

Aus dem Departement für Nutztiere der Universität Zürich
(Direktor Prof. Dr. U. Braun)

Sonographische Untersuchungen am Psalter des Rindes

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
Stephanie Blessing
Tierärztin
von Neuhausen am Rheinfall (SH)

genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. U. Braun, Referent
Prof. Dr. H. Geyer, Korreferent

Zürich, 2003
Zentralstelle der Studentenschaft

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Zielsetzung	1
2.	Literaturübersicht	2
2.1.	Anatomische Grundlagen	2
2.2.	Entwicklung des Psalters	4
2.3.	Physiologische Funktionsmechanismen des Psalters	5
2.3.1.	Funktion des Psalters	5
2.3.2.	Motorik des Psalters	6
2.3.3.	Nervale Kontrolle der Psaltermotorik	8
2.4.	Pathologische Zustände des Psalters	8
2.4.1.	Psalteratonie oder Psalterparese	8
2.4.1.1.	Primäre Psalteratonie	9
2.4.1.2.	Sekundäre Psalteratonie	9
2.4.2.	Psalterentzündung (Omasitis)	9
2.4.3.	Psalterlähmung/ Hoflund-Syndrom	10
2.4.4.	Psaltererweiterung, -blähung, -verlagerung oder -drehung	10
2.5.	Methoden zur Untersuchung des Psalters	11
2.5.1.	Nichtinvasive Methoden	11
2.5.1.1.	Auskultation des Psalters	11
2.5.1.2.	Perkussion des Psalters	12
2.5.1.3.	Röntgen des Psalters	12
2.5.2.	Invasive Methoden	13
2.5.2.1.	Laparotomie und Ruminotomie	13
2.5.2.2.	Druckmessungen im Inneren des Psalters	14
2.5.2.3.	Endoskopie des Psalters	14
2.5.2.4.	Laparoskopie	14
3.	Material und Methodik	15
3.1.	Tiergruppen	15
3.1.1.	Tiergruppe 1: Sonographische Befunde am Psalter von gesunden Kühen	15
3.1.2.	Tiergruppe 2: Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts	15
3.1.2.1.	Tiergruppe 2a: Linksseitige Labmagenverlagerung	16

3.1.2.2.	Tiergruppe 2b: Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion	16
3.1.2.3.	Tiergruppe 2c: Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion	16
3.1.2.4.	Tiergruppe 2d: Reticuloperitonitis traumatica	17
3.1.2.5.	Tiergruppe 2e: Dünndarmileus	17
3.1.2.6.	Tiergruppe 2f: Hoflund-Syndrom	17
3.2.	Methoden der Untersuchung	18
3.2.1.	Ultraschallgerät und Videorecorder	18
3.2.2.	Vorbereitung der Tiere für die Ultraschalluntersuchung	18
3.3.	Gliederung der Ultraschalluntersuchungen	19
3.3.1.	Vorversuche im Wasserbad	19
3.3.2.	Sonographische Untersuchung am lebenden Tier	19
3.4.	Erhebung der Schlachtbefunde	21
3.5.	Statistik	22
3.6.	Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	23
4.	Ergebnisse	24
4.1.	Sonographische Untersuchung des Psalters im Wasserbad	24
4.2.	Sonographische Befunde am Psalter von gesunden Kühen	25
4.2.1.	Sonographisches Erscheinungsbild	25
4.2.2.	Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalter in den einzelnen Interkostalräumen	27
4.2.3.	Abstand zur Bauchwand	31
4.2.4.	Benachbarte Organe	32
4.3.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts	36
4.3.1.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung	36
4.3.2.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion	41
4.3.3.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion	45
4.3.4.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica	49

4.3.5.	Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Dünndarmileus	52
4.3.6.	Sonographische Befunde von Kühen mit vorderer funktioneller Stenose	55
4.4.	Postmortale Untersuchung am Psalter von gesunden Kühen	59
4.5.	Postmortale Untersuchung am Psalter von Tieren mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts	60
5.	Diskussion	62
5.1.	Beurteilung der sonographischen Befunde am Psalter im Wasserbad	62
5.2.	Beurteilung der sonographischen Befunde am Psalter gesunder Kühe	63
5.3.	Beurteilung der messbaren Grössen am Psalter gesunder Kühe	64
5.3.1.	Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters in den einzelnen Interkostalräumen	64
5.3.2.	Abstand zur Bauchwand	65
5.4.	Beurteilung der sonographischen Darstellbarkeit der Nachbarorgane im Bereich des Psalters bei gesunden Kühen	66
5.5.	Einfluss der verschiedenen Krankheiten des Magen-Darm-Trakts auf die Lageveränderung des Psalters im Abdomen der Kuh	66
5.5.1.	Linksseitige Labmagenverlagerung	66
5.5.2.	Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion	68
5.5.3.	Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion	69
5.5.4.	Reticuloperitonitis traumatica	71
5.5.5.	Dünndarmileus	71
5.5.6.	Vordere funktionelle Stenose	72
5.6.	Postmortale Untersuchung der Psalter von gesunden Kühen	73
5.7.	Möglichkeiten und Grenzen sowie Bedeutung der sonographischen Untersuchung des Psalters in der Diagnostik von verschiedenen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts	74
6.	Zusammenfassung	76

7.	Summary	78
8.	Literaturverzeichnis	80
9.	Lebenslauf	86
10.	Danksagung	87

1. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Der Psalter, auch Blättermagen oder früher Buchmagen genannt, gehört mit der Haube und dem Pansen zu den drei Vormägen der Wiederkäuer. Primäre Psaltererkrankungen, wie zum Beispiel die Psalterparese, kommen nur selten vor. Meistens ist der Psalter bei anderen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts sekundär betroffen. Einerseits kann er bei einer vorderen funktionellen Stenose verkleinert sein, andererseits kann es bei einer Labmagenverlagerung zu einer Lageveränderung des Psalters kommen, oder der Psalter kann infolge hinterer funktioneller Stenose retrograd gestaut und dilatiert sein. Wegen seiner intrathorakalen Lage in der Bauchhöhle ist der Psalter der klinischen Untersuchung, wie der Auskultation und der Schallperkussion, relativ schwer zugänglich. Bei schmerzhaften Zuständen, wie zum Beispiel bei der Psalterparese, können die Perkussion und die Stabprobe eine gewisse Aussagekraft haben. Jedoch erlauben auch diese Proben keine genauen Angaben über die Art und das Ausmass einer Erkrankung des Psalters. Es wurde somit nach weiteren nicht invasiven Methoden zur Untersuchung des Psalters gesucht. Die röntgenologische Untersuchung hat sich wegen Überlagerung durch Haube und Pansen bei latero-lateralem Strahlengang als nicht geeignet erwiesen (NÄGELI, 1991). Es stellte sich deshalb die Frage, ob der Psalter sonographisch untersucht werden kann. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, einen Beitrag zur Beantwortung dieser Frage zu leisten und das sonographische Erscheinungsbild des Psalters, dessen Ausdehnung im Abdomen sowie die Lagebeziehung zu den benachbarten Organen bei gesunden Kühen zu beschreiben. Darüber hinaus sollten analoge Untersuchungen bei Kühen mit verschiedenen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts durchgeführt werden.

2. LITERATURÜBERSICHT

2.1. Anatomische Grundlagen

Neben der Haube und dem Pansen gehört der Psalter zu den drei Vormägen des Rindes, wobei er mit einem Fassungsvermögen von 7 - 18 Litern den drittgrössten und zweitschwersten Magen darstellt. Er ist ein rundliches bis ovales, seitlich leicht abgeflachtes Organ, welches rechts der Medianebene im mittleren Drittel der Bauchhöhle liegt. Seine ventrale Begrenzung bilden die Haube und der Labmagen. Seitlich wird er vom Pansen und der Leber begrenzt. Mit seiner kranialen Fläche stösst er ans Zwerchfell und mit der kaudalen an den Pansen. Bei normaler Füllung nimmt er in seiner kranio-kaudalen Ausdehnung den Raum zwischen dem 9. und 12. Interkostalraum ein und berührt dabei die Bauchwand nur an einer kleinen Stelle ventral etwa vom 7. bis 9. Interkostalraum (ELLENBERGER und BAUM, 1943). Nach NICKEL et. al (1995) berührt der Psalter die rechte untere Bauchwand im Bereich des 6. bis 11. Interkostalraums, nach LAGERLÖF (1930) reicht er kranial bis zu einer Ebene durch den 8. und 9. Rückenwirbel und kaudal bis zu einer Ebene durch den 1. Lendenwirbel.

Mit der Haube steht der Psalter über die Hauben-Psalteröffnung, das Ostium reticulo-omasicum, und mit dem Labmagen über die Psalter-Labmagenöffnung, das Ostium omaso-abomasicum in Verbindung. Der Psalter wird auch als „Schleusentor“ zwischen Ruminoretikulum und Labmagen bezeichnet, wobei das Ostium reticulo-omasicum die Hauptfunktion aufweist (BOST, 1970). Diese Öffnung ist von einem Sphinkter umgeben, der einen totalen Verschluss der Öffnung erlaubt. Demgegenüber befindet sich an der Psalter-Labmagenöffnung kein solcher Sphinkter (SELLERS und STEVENS, 1966). ELLENBERGER (1881) erwähnte in seiner Arbeit „Zur Anatomie und Physiologie des dritten Magens der Wiederkäuer“, dass am Ausgang des Psalters ein starker Muskelwulst vorhanden wäre, welchen er als Schliessmuskel bezeichnete. Durch Kontraktion dieses Schliess-

muskels wurde eine hier befindliche Falte oder Klappe grösser und höher und verschloss oder verlegte so die Öffnung zum Labmagen.

Der Psalter wird in einen Psalterkörper und einen Psalterkanal unterteilt. Letzterer wird von zwei Leisten am Boden des Psalterkörpers gebildet. Diese Leisten sind mit starken, hohen, spitzen Wärzchen besetzt und von der Haube zum Labmagen hin gerichtet (ELLENBERGER und BAUM, 1943). Vom Dach und den Seitenrändern des Psalterkörpers ragen die Psalterblätter in das Innere vor, während der Psalterboden frei von Blättern ist. Benennt man die unterschiedlich grossen Blätter ihrer Grösse nach mit den Ziffern 1 bis 4, erhält man folgendes Ziffernschema: 1-4-3-4-2-4-3-4-1, wobei die Ziffern 1 und 4 für das längste bzw. für das kürzeste Blatt stehen (DIRKSEN, 1990; NICKEL et al., 1995). In Bezug auf die Gesamtzahl dieser Psalterblätter divergieren die Meinungen verschiedener Autoren. Nach SCHWARZ (1910) enthält der Psalter 207 Blätter, während ELLENBERGER und BAUM (1943) eine Gesamtzahl der Blätter von 96 - 112, und McSWEENY (1988) in seiner Arbeit „A comparative study of the anatomy of the omasum in domesticated ruminants“ eine solche von 122 bis 169 angaben. Zwischen den Psalterblättern befinden sich die unterschiedlich tiefen, der Anzahl der Blätter entsprechenden Buchfächer, auch Recessi interlaminares genannt.

Auf den Psalterblättern stehen dicht geordnet warzenförmige Papillen. Je näher sie zur Haubenöffnung stehen, umso grösser und spitzer sind sie. Je näher sie sich beim Labmagen befinden, umso abgerundeter und kleiner sind sie. Mit diesen Papillen am dichtesten besiedelt sind die freien Ränder der Psalterblätter. Der vordere, der Haube zuliegende Teil der Blätter, gleicht auf Grund dieser Beschreibung einer Egge und der hintere, dem Labmagen zuliegende Teil, einer Feile (ELLENBERGER, 1881).

Die Psalterwand besteht von aussen nach innen aus der Tunica serosa, der zweischichtigen Tunica muscularis, der Tela submucosa und der Tunica mucosa. Die Tunica serosa ist eine drüsenlose Bindegewebsschicht, bedeckt von einem einschichtigen Plattenepithel. Die Tunica muscularis besteht aus einer äusseren, dün-

neren Lamina longitudinalis und einer inneren, dickeren Lamina circularis. Die Lamina circularis erstreckt sich zu einem kleinen Teil in die Blätter hinein und bildet in diesen die zentrale Muskelschicht (ELLENBERGER, 1881). Die Tunica mucosa ist eine drüsenlose kutane, verhornte Schleimhaut, welche die Psalterblätter, Laminae omasi, bildet. Die Papillen der Psalterblätter sind muskelfrei und werden durch die Lamina propria mucosae, die aus Bindegewebe und elastischen Fasern besteht, gebildet. Unterhalb der Epithelschicht befindet sich ein sehr deutlich ausgeprägtes Gefässnetz, das weit verzweigt ist (SCHWARZ, 1910).

2.2. Entwicklung des Psalters

Beim neugeborenen Kalb liegt der Psalter ungefähr in der Mitte der Bauchhöhle zwischen der Leber und dem Labmagen. Die Entwicklung der Blätter der vier verschiedenen Grössen erfolgt bereits während der fetalen Entwicklung. Hierbei schiebt sich das Mesenchym, welches sich zwischen den Blättern befindet, mit dem darüber liegenden Epithel ins Psalterinnere vor und bildet ein neues Blatt. Die typische Formation der Blätter ist vermutlich schon vorgeburtlich festgelegt (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990).

Im Alter von einem Monat weist das Kalb einen Psalter auf, der sich nach rechts verschoben hat und fast vollständig rechts von der Medianebene liegt. Beim Kalb im Alter von sieben Monaten reicht der Psalter nach kaudal bis zu einer Querebene durch den hinteren Teil des ersten Lendenwirbels und nach kranial bis zu einer Ebene durch den neunten Brustwirbel. In diesem Entwicklungsstadium berührt er die rechte Bauchwand im Bereich von der neunten bis zur elften Rippe. Schon bei Jungrindern im Alter von neun Monaten ist der Psalter in seiner Grösse voll ausgebildet und liegt anatomisch am gleichen Ort wie bei der erwachsenen Kuh. Im Vergleich zu Aufzuchtkälbern weisen Mastkälber durch die Milchnahrung einen sehr unterentwickelten Psalter auf (LAGERLÖF, 1930). Die Psalterblätter sind sehr klein und die Papillen nur wenig ausgebildet (YAMAMOTO et al., 1990). Mit der Aufnahme von Rauhfutter erfährt der Psalter in kurzer Zeit eine starke

Ausbildung, damit er seine Funktion aufnehmen kann (TRAUTMANN und SCHMITT, 1935).

2.3. Physiologische Funktionsmechanismen des Psalters

2.3.1. Funktion des Psalters

Heute wird davon ausgegangen, dass der Psalter in erster Linie ein Resorptionsorgan für Wasser und die darin gelösten Mineralien sowie für niedere Fettsäuren ist (DIRKSEN, 1990; KASKE, 1999). Diese Resorptionsfähigkeit wird einerseits auf die grosse Oberfläche der Schleimhaut, andererseits auf das weitverzweigte, subepithelial verlaufende Gefässnetz zurückgeführt (SCHWARZ, 1910). Die physikochemischen Bedingungen innerhalb des Psalters sind ähnlich wie diejenigen in den kranialen und ventralen Bezirken des Ruminoretikulums (LEEK, 1993). Somit sind auch die Fermentation und Absorption ähnlich. Nach EDRISE et al. (1986) werden bei Kälbern ca. 40 - 60 % des Wassers aus dem Nahrungsbrei im Psalter absorbiert während bei Schafen und Ziegen nur 8 - 15 % des gesamten Wassers, welches die Haube verlässt, im Psalter rückresorbiert werden (HOLTENIUS und BJOERNHAG, 1989). Ähnliche Angaben bei Schafen und Ziegen liegen von VON ENGELHARD und HAUFFEE (1975) vor. In den Dreissiger Jahren des letzten Jahrhunderts versuchten TRAUTMANN und SCHMITT (1935) zu beweisen, dass dem Psalter neben seiner Resorptionsfähigkeit vor allem auch eine mechanische Funktion zukommt. An Kälbern versuchten sie zu zeigen, dass der Psalter erst nach Aufnahme von Rauhfutter eine mächtige Ausbildung erfährt. Ebenso schienen die verschiedenen Zerkleinerungsgrade der Nahrung innerhalb des Psalters für eine mechanische Funktion zu sprechen. Durch die starke Muskelarbeit der Blätter sollen die festen, aus der Haube kommenden Nahrungsbestandteile noch stärker zerkleinert werden. Die Autoren glaubten, dass der Psalter gar kein ausgesprochenes Organ zur Weiterbeförderung der Nahrung, sondern ein Filterapparat wäre, der Flüssiges von Festem trennen würde. So postulierte schon ELLENBERGER (1881), dass der Psalter eine Zerkleinerungsarbeit leisten würde. Er

glaubte, dass der starke Muskelapparat, welcher histologisch dargestellt werden konnte, sowohl zur Versteifung der Blätter und somit zum Ergreifen des Bissens, als auch zur Verkleinerung der groben, mangelhaft zerkleinerten Futterstoffe aus der Haube dienen würde. Diese, den Blättern nachgesagte Bewegungsmöglichkeit, kam anderen Autoren unwahrscheinlich vor. In Arbeiten über die Motorik des Gastro-Intestinal-Trakts der Wiederkäuer wurde gezeigt, dass durch nervale Stimulation zwar der Psalterkörper, nicht aber die Psalterblätter eine Kontraktion durchführen. Dementsprechend konnten die Autoren, wenn sie die Hand über die Hauben-Psalteröffnung in den Psalter einführten, auch keine Bewegungen der Blätter palpieren (DUKES und SAMPSON, 1937; EHRLEIN und HILL, 1968). Auch verneinten BROWNLEE und ELLIOT (1960) eine zerreibende Funktion des Psalters. Sie begründeten dies damit, dass das Epithel über den Blättern sehr dünn und das sich darunter befindende kollagene Fasergewebe nur in geringem Masse ausgebildet sei. Die Autoren glaubten hingegen, dass die langen verhornten Papillen im proximalen Anteil der Blätter dazu dienen würden, viele grobkörnige Futterbestandteile davon abzuhalten, zwischen die Blätter zu gelangen. Somit würde nur genügend zerkleinertes Material aus der Haube die distalen Anteile der Blätter erreichen.

FAVILLI (1937) behauptete wie BROWNLEE und ELLIOT (1960), dass die Blätter keine zerreibende Funktion haben könnten, da sie so zart wären und ihre Gefäße so oberflächlich lägen. Wörtlich schrieb FAVILLI (1937): „Der Blättermagen ist vorzugsweise Presse und Schwamm, aber nicht Presse und Feile.“

2.3.2. Motorik des Psalters

Um die Motorik des Psalters erklären zu können, ist es wichtig, nochmals kurz auf die Anatomie einzugehen. Der Psalter liegt zwischen Haube und Labmagen und besteht aus dem Psalterkörper und dem Psalterkanal. Durch letzteren hindurch fließt der Haubeninhalt in den Labmagen. Die Bewegungen von Psalterkörper und Psalterkanal gleichen einer Saug-Druck-Pumpe. Dabei steht die Motorik des

Psalterkanals in enger Beziehung zur Hauben-Pansen-Motorik, währenddem die Motorik des Psalterkörpers nicht streng mit der Hauben-Pansen-Motorik koordiniert ist. Das heisst, dass Kontraktionen des Psalterkörpers während mehreren Kontraktionszyklen von Haube und Pansen ausbleiben können (KASKE, 1999). Die Regulation der Psaltermotorik erfolgt hauptsächlich lokal durch intrinsische Kontraktionen. Nach Vagotomie konnte gezeigt werden, dass die Motorik des Psalterkörpers nahezu unbeeinflusst blieb, währenddem die Hauben-Pansen-Motorik praktisch sistierte (BRUNAUD und DUSSARDIER, 1953; KASKE, 1999). Die Saugphase ist gekennzeichnet durch die Relaxation der Hauben-Psalteröffnung und die Erweiterung des Psalterkanals. Dadurch entsteht ein Unterdruck im Psalter, und der Haubeninhalt wird angesogen. Dies geschieht auf dem Höhepunkt der zweiten Haubenkontraktion. Daran schliesst sich die Druckphase an, wobei sich die Hauben-Psalter-Öffnung verschliesst und der Psalterkanal kontrahiert. Der Psalterkörper ist in dieser Phase relaxiert, wobei die Ingesta teilweise zwischen die Blätter gepresst wird. Anschliessend an diese Saug- und Druckphasen beginnt sich der Psalterkörper von oral nach aboral zu kontrahieren, wobei der Psalterkanal wieder relaxiert ist und die Ingesta zurück in den Psalterkanal und weiter in den Labmagen befördert wird (WOLFFRAM, 1996; KASKE, 1999). Die Kontraktionen des Psalterkörpers werden vor allem durch die Akkumulation von Ingesta zwischen den Psalterblättern ausgelöst (STEVENS et al., 1960). Die Verweildauer der Ingesta im Psalter ist mit 0.5 bis 3 Stunden relativ kurz. Ähnlich wie im Retikulorum werden die Partikel länger zurückgehalten als die Flüssigkeit. Der Zufluss der Ingesta in den Labmagen erfolgt weitgehend kontinuierlich und besteht vor allem aus Flüssigkeit, Mikroorganismen und kleineren Partikeln (KASKE, 1999).

STEVENS et al. (1960) entdeckten in ihren Experimenten mit Fluoroskopie, Palpation und Trichtersystemen, dass die Ingesta auch aus dem Psalter zurück in die Haube fliessen kann. Dieser Rückstrom war meistens von einer Kontraktion des Psalterkörpers und dem Verschluss der Psalter-Labmagenöffnung begleitet. Ande-

re Autoren glaubten nicht, dass eine alleinige Kontraktion des Psalterkörpers dazu fähig wäre, feste, grosse Futterpartikel aus dem Psalter in die Haube zu befördern (EHRLEIN und HILL, 1968). Eine Kontraktion des Psalterkanals wurde daher als wirkungsvoller angenommen. Bei ihren Untersuchungen mit Thermistoren konnten die Autoren häufig Kanalkontraktionen in Verbindung mit Kontraktionen des Psalterkörpers beobachten. Dabei trat aber auch oft ein Verschluss der Hauben-Psalteröffnung auf, so dass kein Rückfluss stattfinden konnte. Ob ein Rückfluss wirklich für die normale Funktion des Psalters erforderlich ist, wurde angezweifelt (EHRLEIN und HILL, 1968).

2.3.3. Nervale Kontrolle der Psaltermotorik

Neben den „intrinsischen“ Kontraktionen sind noch andere Faktoren für die Beeinflussung der Psaltermotorik wichtig. Dazu gehören die Zusammensetzung und die Menge des Zuflusses der Ingesta aus der Haube sowie die omasale Füllung selbst (KASKE, 1999). PHILLIPSON (1977) zeigte in Versuchen mit Schafen, dass auch das Volumen des Labmageninhalts einen kontrollierenden Effekt auf den Fluss der Ingesta durch den Psalter hat. Dies wurde auch schon in Versuchen an einem Kalb und einer Kuh bewiesen (STEVENS et al., 1960). Eine Ausweitung des Retikulumens wie auch die Erweiterung des Labmagens hemmten die Amplitude der Psalterkörper- und Psalterkanalkontraktionen.

2.4. Pathologische Zustände des Psalters

2.4.1. Psalteratonie oder Psalterparese

Zum Begriff der Psalterparese werden Schmerzhaftigkeit und Vergrößerung des Blättermagens, eventuell auch die Austrocknung seines Inhalts gezählt. Klinisch werden zwei Krankheitsbilder unterschieden: Die leichte Form der Psalterparese ähnelt einer Fremdkörpererkrankung, die schwere Form einer Darmverlegung (ÄHNELT, 1952). Die Diagnosestellung der Psalteratonie erweist sich als schwierig. Meistens wird sie nach dem Ausschlussverfahren oder während einer Laparo-

tomie oder Laparoruminotomie als Zufallsbefund gestellt (ÄHNELT, 1952; DIRKSEN, 2002).

2.4.1.1. Primäre Psalteratonie

Nach MEZRICKY (1930) tritt die primäre Psalteratonie häufig auf. So glaubte dieser Autor, dass der Psalter infolge Störung seiner Automatie den Primärherd von Indigestionen des Rindes darstellt. Hierbei handelt es sich um die Wirkung von toxischen Stoffen aus dem Psalter, welche die Motilität der anderen Vormägen hemmt. Heute besteht die Ansicht, dass die primäre Psalteratonie nur selten vorkommt (DIRKSEN, 2002). Als Ursache für die Psalteratonie wird die reichliche Verfütterung von kurz gehäckseltem Stroh oder Heu angenommen. Daneben scheinen aber auch eine plötzliche Futterumstellung, Stoffwechselstörungen sowie ungenügende Tränke zur Entstehung einer primären Psalteratonie beizutragen (MEZRICKY, 1930; DIRKSEN, 2002).

2.4.1.2. Sekundäre Psalteratonie

Die sekundäre Psalterparese ist eine Begleit- oder Folgekomplikation anderweitiger Organ- oder Allgemeinerkrankungen, wie zum Beispiel akuter Leberleiden oder Leberabszesse, hypokalzämischer Gebärparese oder fieberhafter Allgemeininfektionen. Regelmässig aber kommt die Psalterparese bei schwerwiegenden und besonders schmerzhaften intraabdominalen Verlagerungszuständen oder bei Fremdkörpererkrankungen vor (DIRKSEN, 2002).

2.4.2. Psalterentzündung (Omasitis)

Entzündungen, die sich alleine auf den Psalter beschränken, kommen eher selten vor (DIRKSEN, 2002). Sie können auftreten, wenn Fremdkörper in den Psalter eintreten oder wenn sich hier eine bakterielle Infektion ansiedelt. Als Folge von Druckschäden nach einer Psalteranschoppung oder nach Reizung durch Drehung oder Verlagerung des Psalters kann ebenso eine Entzündung hervorgerufen wer-

den. Eine Omasitis kann auch Begleiterscheinung einer schweren Pansenazidose sein. Klinisch zeigen die Tiere ähnliche Symptome wie bei der Psalterparese sofern die Omasitis als Primärleiden auftritt (DIRKSEN, 2002).

2.4.3. Psalterlähmung/ Hoflund-Syndrom

Dieser Zustand des Psalters entspricht weitgehend dem Bild der vorderen funktionellen Stenose. Hierbei handelt es sich um eine Störung der Ingestapassage aus der Haube in den Psalter und Labmagen. Die motorischen Transportvorgänge sind infolge Lähmung oder Schädigung von Bauchästen des Nervus vagus eingeschränkt oder gar ausgefallen (DIRKSEN, 2002). Die häufigste Ursache dieser Erkrankung ist die traumatische Reticuloperitonitis. Hierbei handelt es sich um eine oberflächliche oder tiefreichende, oft perforierende Verletzung der Netzmagenwand durch spitze Fremdkörper. Es kommt zu einer Infektion und Entzündung des Bauchfells, was eine verminderte Motorik der Vormägen bedingt (DIRKSEN, 2002). Andere Ursachen für eine Nervenlähmung können aber auch Hauben- oder Leberabszesse, tumoröse Veränderungen oder andere entzündliche Prozesse sein (HOFLUND, 1940).

2.4.4. Psaltererweiterung, -blähung, -verlagerung oder -drehung

Eine Psaltererweiterung oder Dilatation kann bei fortgeschrittener hinterer funktioneller Stenose oder mechanischer Verlegung des Pylorus auftreten. Dabei ist auch der Labmagen retrograd angestaut, und es entwickelt sich ein abomasaler Reflux. In diesem Fall ist der Psalter als eher grosses, aber nicht verhärtetes Organ zu spüren. Wenn der Psalter viel Gas enthält, wird von einer Blähung gesprochen (DIRKSEN, 2002).

Eine Verlagerung oder Verdrehung des Psalters kommt selten als alleinige Erkrankung vor, sondern steht in Verbindung mit einer Labmagenverlagerung (ALBERT und RAMEY, 1965). Die Verdrehung tritt meist nur bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung auf, während der Psalter bei einer linksseitigen Lab-

magenverlagerung in Richtung des Pansenvorhofs mitverlagert sein kann (DIRKSEN, 2002).

2.5. Methoden zur Untersuchung des Psalters

Der Psalter kann mit nichtinvasiven und invasiven Methoden untersucht werden. Zu den nichtinvasiven Methoden gehören die Auskultation und Perkussion sowie die röntgenologische und sonographische Untersuchung. Zu den invasiven Methoden zählen die Laparoskopie, die Laparotomie und die Laparo-Ruminotomie, die Druckmessungen im Inneren des Psalters mittels luftgefüllter Druckballone oder flüssigkeitsgefüllter Katheter und die Endoskopie.

2.5.1. Nichtinvasive Methoden

2.5.1.1. Auskultation des Psalters

Bei der Auskultation des Psalters können die Psaltergeräusche nicht immer deutlich gehört und von den kräftigeren Geräuschen der anderen Vormägen unterschieden werden (DIRKSEN, 1990). Die Psaltergeräusche werden als zwei hohe, krachende Laute beschrieben, welche während eines retikulären Zyklus zweimal hörbar sind (WESTER, 1939). ASAI (1975) zeigte bei milchtrinkenden und bereits ruminierenden Kälbern, dass es sich um plätschernde Geräusche handelt, welche zeitlich direkt nach der Kontraktion des Psalterkanals hörbar sind. Daraus wurde geschlossen, dass die auskultierbaren Töne von der sich bewegenden Flüssigkeit stammten, die während der Psalterkanalkontraktion direkt in den Labmagen floss (STEVENS et al., 1960). Auch bei adulten Tieren konnten ähnliche plätschernde Geräusche auskultiert werden. Es wurde daher angenommen, dass Flüssigkeit bzw. in Flüssigkeit gelöstes Futter direkt vom Psalterkanal in den Labmagen gelangen kann (ASAI, 1975).

2.5.1.2. Perkussion des Psalters

Die Perkussion des Psalters gliedert sich in die Schall- und in die Schmerzperkussion. Die Schallperkussion wird über dem Projektionsfeld des Psalters im ventralen Bereich der siebten bis neunten Rippe durchgeführt. Der Schall ist normalerweise gedämpft, wobei die Schallabgrenzung zu den Nachbarorganen Leber, Lunge, Labmagen und Darm schwierig ist (DIRKSEN, 1990). Die Schmerzperkussion des Psalters ergibt bei einem gesunden, nicht pathologisch veränderten Psalter keine bedeutenden Befunde. Bei einer Psaltererkrankung, wie zum Beispiel einer Psalteratonie, kann die Perkussion schmerzhaft sein (DIETZ und ARCULARIUS, 1956). Auch die Druckpalpation, wie sie von DIRKSEN (1990) beschrieben worden ist, kann bei Erkrankungen des Psalters eine schmerzhaftige Reaktion auslösen.

2.5.1.3. Röntgen des Psalters

Bei den Röntgenuntersuchungen, die im Rahmen einer Reticuloperitonitis traumatica durchgeführt werden, ist der Psalter wegen Überlagerungen mit anderen Magenabteilungen nicht eindeutig oder gar nicht darstellbar (NÄGELI, 1991; BRAUN et al., 1993). Diese Tatsache erkannte man auch bei gesunden Tieren, bei denen der Psalter von kranialen Anteilen des Retikulorums überlagert wurde (PHILLIPSON, 1939). Bei röntgenologischen Untersuchungen mit Hilfe eines Kontrastmittels konnten der Psalter und seine Blätter sehr deutlich dargestellt werden. Dabei war relevant, dass das abgeschluckte Kontrastmittel nicht nur über die Psalterrinne in den Labmagen transportiert, sondern auch in die Psaltertischen gepresst wurde. Eine Veränderung der Form des Psalters und somit Kontraktionen desselben konnten in diesen Untersuchungen nie beobachtet werden (CZEPA und STIGLER, 1926). In anderen Untersuchungen mittels Bariumsulfat wurde die Lageveränderung des mit Kontrastmittel gefüllten Psalters beobachtet. Während der Haubenkontraktion verlagerte sich der Psalter nach kranial und ventral, wobei der Futterbrei aus der Haube in den Psalter strömte (PHILLIPSON, 1939).

2.5.2. Invasive Methoden

2.5.2.1. Laparotomie und Ruminotomie

Die Laparo-Ruminotomie gilt als eine wertvolle Ergänzung zur klinischen Untersuchung. Sie kann zur Beurteilung der Psalterwandbeschaffenheit, der Psalterkonsistenz und der Psaltermotorik verwendet werden. Das Eröffnen der Bauchhöhle bietet die Möglichkeit, sich ein genaueres „inneres Bild“ eines Tieres verschaffen zu können. Nachdem die Bauchhöhle eröffnet worden ist, können die Organe mit der Hand palpiert und jene, die nahe der Öffnung liegen, von Auge betrachtet werden. Je nach klinischem Verdacht muss eine Laparotomie entweder auf der linken oder auf der rechten Seite des Tieres vorgenommen werden. Anders ist es, wenn gleichzeitig noch eine Ruminotomie durchgeführt werden muss. So wird nach Eröffnung der Bauchhöhle auf der linken Seite auch der Pansen eröffnet und danach sein Inneres palpiert. Die Exploration der Haube mit der in den Pansen eingeführten und bis in die Haube reichenden Hand wird nicht nur als diagnostisches Mittel bei fremdkörperverdächtigen Tieren angewendet, sondern auch zur Entfernung bereits diagnostizierter Haubenfremdkörper benutzt (SCHALK und AMADON, 1928). Im Rahmen von experimentellen Untersuchungen über die Motorik der Haube und des Pansens sind solche Explorationen beschrieben worden (STÖBER, 1967). Der Psalter kann von der Haube und vom ventralen Pansensack her als kopf- bis handballgrosses, leicht abgeplattetes, kugeliges Gebilde von mässig derber Konsistenz palpiert werden (STÖBER, 1967). Es ist auch möglich, mit der Hand über die Hauben-Psalteröffnung in das Psalterinnere einzugehen. Bei pathologischen Veränderungen des Psalters, wie zum Beispiel beim Hoflund-Syndrom, ist die Hauben-Psalteröffnung weit und wirkt schlaff. Zudem sind der Psalter und der Labmagen eher klein und leer (DIRKSEN, 2002). Bei einer Psalterparese ist der Psalter palpatorisch sehr hart und nicht mehr eindrückbar. Als Therapie kann der Psalter nach der Ruminotomie während 5 - 10 Minuten massiert werden. Zusätzlich kann auch Paraffinöl über die Hauben-Psalteröffnung verabreicht werden (SLANINA und ROSSOW, 1963).

2.5.2.2. Druckmessungen im Inneren des Psalters

Das Messen von Druckveränderungen im Inneren des Psalters ist bereits 1951 durch BALCH beschrieben worden. Diese Aufzeichnungen wurden bei Kühen durchgeführt, denen zuvor Ballone in die Hauben-Psalter-Öffnung, den Psalter und den Labmagen eingebracht worden waren. Später wurden offene, flüssigkeitsgefüllte Katheter verwendet, mit denen zum Beispiel STEVENS et al. (1960) die Ereignisse in Haube und Psalter bezüglich der Druckschwankungen analysierten und diese mit dem Ingestafluss zu korrelieren versuchten. Solche Katheter wurden auch schon von anderen Autoren zur Druckmessung in Haube und Pansenvorhof benutzt (REID und CORNWALL, 1959). Diese flüssigkeitsgefüllten Katheter wiesen eindeutige Vorteile gegenüber den Druckballonen auf. Einerseits konnten die Druckballone aufgrund ihres Umfangs nicht überall eingesetzt werden, wie zum Beispiel im Ösophagus. Andererseits waren die Katheter empfindlicher auf Druckschwankungen als die relativ trägen Druckballone (SELLERS und STEVENS, 1966). Trotz dieser Unterschiede konnten die in älteren Arbeiten mittels Druckballonen ermittelten Ergebnisse mit den durch Katheter erhaltenen weitgehend bestätigt werden.

2.5.2.3. Endoskopie des Psalters

Die Endoskopie wurde von BOST (1970) und von CZEPA und STIGLER (1926) beschrieben. Die Technik hat sich in der Diagnostik aber nicht etabliert, da das Eingehen mit dem Endoskop immer über den Pansen erfolgen musste und der Eingriff zu gross war.

2.5.2.4. Laparoskopie

In früheren Untersuchungen mittels eines Laparoskopes zeigte sich, dass der Psalter aufgrund seiner intrathorakalen Lage im Abdomen und der Überlagerung durch benachbarte Organe nie dargestellt werden konnte (ANDERSON und GAUGHAN, 1993).

3. MATERIAL UND METHODIK

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 16. Mai 2002 und dem 30. November 2003 an 30 gesunden Kühen (Tiergruppe 1) und an 55 Kühen mit verschiedenen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts (Tiergruppe 2) durchgeführt.

3.1. Tiergruppen

3.1.1. Tiergruppe 1: Sonographische Befunde am Psalter von gesunden Kühen

Die Tiergruppe 1 bestand aus 30 gesunden Schlachtkühen, bei denen eine sonographische Untersuchung des Psalters und dessen Nachbarorganen durchgeführt wurde. Das Alter der Tiere lag zwischen 2.5 und 10 Jahren ($\bar{x} \pm s = 5.6 \pm 1.8$ Jahre). Alle Kühe gehörten der Schweizer Braunviehrasse an. Die Kühe waren gut bis sehr gut genährt. Das Körpergewicht lag zwischen 540 und 830 kg (674.1 ± 71.8 kg). Von den 30 Kühen war je 1 Tier im dritten bzw. im vierten Monat trächtig.

Die vor der Ultraschalluntersuchung durchgeführte klinische Untersuchung ergab keine Hinweise auf eine Erkrankung des Magen-Darm-Trakts. Bei einer Kuh fielen während der klinischen Untersuchung ein Trippeln der Hintergliedmassen und Schmerzen an allen acht Klauen auf. Die Untersuchung des Blutstatus (Hämatokrit, Plasmaprotein, Fibrinogen, Elektrolyte) ergab bei keinem Tier krankhafte Befunde.

3.1.2. Tiergruppe 2: Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts

Die Gruppe 2 bestand aus 55 Tieren, die wegen einer Erkrankung des Magen-Darm-Trakts ans Tierspital eingeliefert wurden. Die Kühe wiesen eine linksseitige Labmagenverlagerung, eine rechtsseitige Labmagenverlagerung, eine Reticuloperitonitis traumatica, ein Hoflund-Syndrom oder einen Dünndarmileus auf. Sie wurden ans Tierspital zur Abklärung und/oder Operation überwiesen.

3.1.2.1. Tiergruppe 2a: Linksseitige Labmagenverlagerung

Die Tiergruppe 2a umfasste 10 Kühe mit linksseitiger Labmagenverlagerung im Alter von 2 bis 9 Jahren (4.1 ± 2.2 Jahre). Sechs Kühe gehörten der Holstein-Friesian-Rasse, drei Kühe der Schweizer Fleckviehrasse und eine Kuh der Schweizer Braunviehrasse an. Alle Kühe hatten 2 bis 60 Tage (21 ± 21 Tage) vorher gekalbt. Die sonographische Untersuchung wurde im Anschluss an die klinische Untersuchung und vor der Operation (Omentopexie von rechts; DIRKSEN, 2002) durchgeführt.

3.1.2.2. Tiergruppe 2b: Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion

Die Tiergruppe 2b bestand aus 8 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion im Alter von 4 bis 8 Jahren (5.5 ± 1.5 Jahre). Fünf Kühe gehörten der Holstein-Friesian-Rasse und zwei Kühe der Schweizer Fleckviehrasse an. Ein Tier war eine Jerseykuh. Sieben Kühe hatten 4 bis 120 Tage (48 ± 44 Tage) vorher gekalbt, eine Kuh war im 5. Monat trächtig. Während der sonographischen Untersuchung wurde besonders darauf geachtet, ob eine Torsion des Palters mittels Sonographie ausgeschlossen werden konnte. Anschliessend an die sonographische Untersuchung wurden die Tiere operiert (Omentopexie von rechts; KÜMPER, 1995).

3.1.2.3. Tiergruppe 2c: Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion

Die Tiergruppe 2c umfasste 10 Kühe mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion im Alter von 2.5 bis 9 Jahren (4.3 ± 1.9 Jahre). Acht Kühe gehörten der Holstein-Friesian-Rasse und zwei Kühe der Schweizer Fleckviehrasse an. Alle Kühe hatten 5 bis 120 Tage (40 ± 39 Tage) vorher gekalbt. Bei der sonographischen Untersuchung wurde speziell auf Anzeichen einer Torsion des Palters geachtet. Anschliessend an die Ultraschalluntersuchung wurden die Tiere operiert (Omentopexie von rechts; KÜMPER, 1995).

3.1.2.4. Tiergruppe 2d: Reticuloperitonitis traumatica

Die Tiergruppe 2d bestand aus 10 Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica im Alter von 2.5 bis 8 Jahren (5.1 ± 1.7 Jahre). Fünf Kühe gehörten der Schweizer Fleckviehrasse, drei Kühe der Holstein-Friesian-Rasse und zwei Kühe der Schweizer Braunviehrasse an. Zwei Kühe waren 4 Wochen bzw. 3 Monate trächtig. Alle Kühe wiesen bei der vorher durchgeführten Ultraschalluntersuchung der Haube (BRAUN und GÖTZ, 1994) fibrinöse Veränderungen, Verklebungen, Ergüsse oder Abszesse auf.

3.1.2.5. Tiergruppe 2e: Dünndarmileus

Die Tiergruppe 2e umfasste 9 Kühe mit Ileus im Alter von 3 bis 17 Jahren (7.1 ± 4.1 Jahre). Sechs Tiere gehörten der Schweizer Braunviehrasse, zwei Tiere der Schweizer Fleckviehrasse und ein Tier der Holstein-Friesian-Rasse an. Die Ursachen des Ileus waren verschieden. Bei 3 Kühen war der Ileus paralytisch bedingt und mit einer Hypokalzämie verbunden. Diese Tiere wurden konservativ mit Infusionen behandelt. Bei 2 Kühen lag ein Rückstau in den Dünndarm aufgrund einer Blinddarmdilatation vor. Bei diesen Tieren wurde eine Zäkotomie von rechts vorgenommen. Bei den restlichen 4 Tieren handelte es sich um Ursachen direkt im Bereich des Dünndarms. Bei einem Tier bestand eine Inkarzeration des Dünndarms in eine Hernie des grossen Netzes. Der Darm wurde operativ aus der Hernie befreit, und das veränderte Stück wurde reseziert. Beim zweiten Tier lag ein Abszess in der Bauchhöhle vor, welcher mit den Dünndärmen verklebt war. Das Tier musste deshalb geschlachtet werden. Beim dritten und vierten Tier konnten Dünndarmulzera festgestellt werden, die zu einem Ileus geführt hatten. Hier wurden die veränderten Darmabschnitte reseziert.

3.1.2.6. Tiergruppe 2f: Hoflund-Syndrom

In diese Gruppe gehörten alle Kühe mit dem klinischen Bild einer vorderen funktionellen Stenose (DIRKSEN, 2002). Dazu wurden der schleichende Verlauf, das

Papille-Abdomen, die rezidivierende Tympanie und die Bradykardie gezählt. Es wurden 8 Tiere im Alter von 2.5 bis 8.5 Jahren (4.9 ± 2.1 Jahre) untersucht. Sechs Tiere gehörten der Schweizer Braunviehrasse und zwei der Schweizer Fleckviehrasse an. Sechs Tiere waren tragend; zwei davon im 5. Monat, drei im 3. Monat und ein Tier im 2. Monat. Zwei Tiere hatten 3 Monate bzw. 10 Tage vor der Einlieferung gekalbt.

3.2. Methoden der Untersuchung

3.2.1. Ultraschallgerät und Videorecorder

Zur Untersuchung wurde ein Hitachi Ultrasound Scanner Typ EUB 6000 mit einer 3.5 MHz-Linearsonde verwendet. Es wurde mit einer Eindringtiefe von 170 mm gearbeitet. Die Sonde wurde zur Untersuchung mit Kontaktgel (Aquasonic[®], Polymed, 8152 Opfikon/ Glattbrugg) beschichtet. Das Ultraschallgerät wurde mit einem Videorecorder (Panasonic DVC Pro digital) verbunden und sämtliche Untersuchungen wurden auf Video aufgezeichnet. Die Bilder zu den einzeln gemessenen Punkten wurden im Ultraschallgerät gespeichert, anschliessend mit einer wiederbeschreibbaren MO - Diskette (magneto-optical-Diskette, 640 MB) heruntergeladen und auf dem Computer ausgewertet.

3.2.2. Vorbereitung der Tiere für die Ultraschalluntersuchung

Die sonographische Untersuchung des Psalters wurde am stehenden, nicht sedierten Tier durchgeführt. Die Kühe wurden auf der gesamten rechten Seite geschoren, und die gesunden Kühe wurden zusätzlich mit Enthaarungscreme (Depilatorium, Veterinaria AG) enthaart. Bei den Patienten wurde aus Zeitgründen auf die Enthhaarung verzichtet. Das ausgeschorene Feld war kaudal durch den Hüfthöcker und kranial durch eine senkrechte Linie durch das Ellbogengelenk begrenzt. Dorsal reichte das Feld bis auf Höhe der Querfortsätze der Brust- und Lendenwirbel und ventral bis in die Mediane. Vor der eigentlichen Untersuchung wurde Kontaktgel auf die Haut aufgetragen.

3.3. Gliederung der Ultraschalluntersuchungen

3.3.1. Vorversuche im Wasserbad

Um abzuklären, wie sich der Psalter im Ultraschallbild darstellt, wurden die Psalter von zwei geschlachteten Tieren im Wasserbad sonographisch untersucht. In einem weiteren Schritt wurde einer der Psalter mit dem Wasserschlauch ausgewaschen, mit Wasser gefüllt und erneut sonographisch untersucht.

Für diese Untersuchungen mussten die Psalter luftdicht in einem Plastiksack eingepackt werden. Sie wurden für 24 Stunden im Wasserbad belassen, damit auch die sich darin befindende Luft entweichen konnte. Die Ultraschalluntersuchungen wurden nach 24 Stunden zuerst am vollen und dann am leeren Psalter durchgeführt. Dabei wurde die Ultraschallsonde direkt auf dem Plastiksack dem Psalter entlanggeführt, und die Bilder wurden wie unter 3.2.1. beschrieben gespeichert.

3.3.2. Sonographische Untersuchung am lebenden Tier

Die Interkostalräume der rechten Körperseite wurden von kaudal nach kranial und von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Der Psalter wurde dabei bezüglich seiner Lage im Abdomen, der Darstellbarkeit der Psalterwand und -blätter und einer allfälligen Motorik beurteilt. Zusätzlich wurde festgehalten, welche Organe an den Psalter grenzten.

Um Aufschluss über die Lage und Grösse des Psalters zu erhalten, wurden die obere und untere Psaltergrenze, das heisst der dorsale und ventrale Rand, sowie die Ausdehnung des Psalters bestimmt. Die dorsale und ventrale Psaltergrenze wurden auf die Mittellinie des Rückens bezogen. Zuerst wurde die dorsale Psaltergrenze durch Messen der Distanz vom dorsalen Psalterrand zur Mittellinie des Rückens mit Hilfe eines Zentimeter-Messbandes bestimmt (Abb. 1).

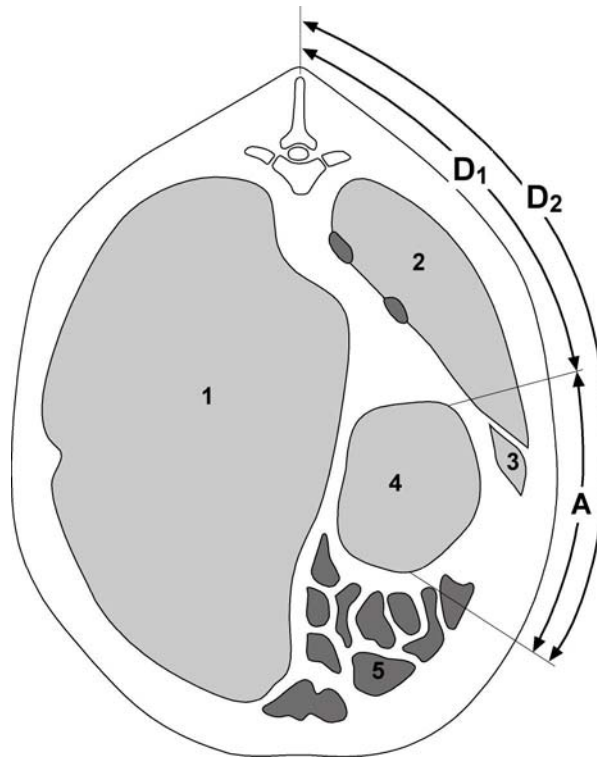


Abb. 1 : Messpunkte zur Ermittlung der Lage und Ausdehnung des Palters. 1 Pansen, 2 Leber, 3 Gallenblase, 4 Palter, 5 Därme, D₁ Dorsale Paltergrenze, D₂ Ventralsaltergrenze, A Ausdehnung des Palters

Dann wurde in derselben Art und Weise die ventrale Paltergrenze bestimmt. Die Ausdehnung des Palters wurde durch Subtraktion des dorsalen Wertes vom ventralen Wert errechnet. In jedem Interkostalraum wurde zudem festgehalten, wie weit der Palter von der Bauchwand entfernt war. Dazu wurden die Abstände zwischen dem Dorsal- bzw. Ventralrand des Palters und der Bauchwand sowie zwischen dem der Bauchwand am nächsten liegenden Punkt des Palters und der Bauchwand bei maximaler Inspiration bestimmt (Abb. 2). Für jede Messung wurde das entsprechende sonographische Bild auf dem Bildschirm eingefroren. Dann wurde die Distanz vom jeweiligen Palterpunkt bis zum Peritoneum der Bauchwand mit Hilfe der beiden Cursormarken bestimmt. In jedem Interkostalraum wurde darauf geachtet, ob und wie sich der Palter kontrahierte. Zudem wurde festgehalten, welche Organe dem Palter in den verschiedenen Interkostalräumen

dorsal, ventral, kranial, kaudal, lateral und wenn möglich medial benachbart waren.

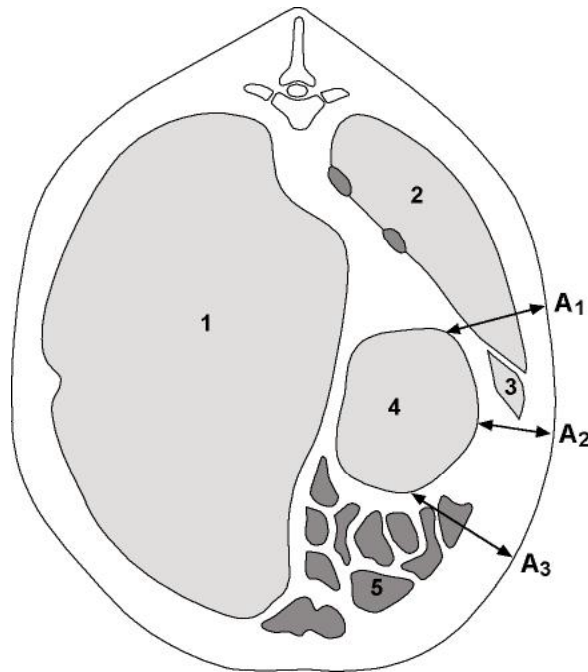


Abb. 2 : Messpunkte zur Ermittlung der Abstände des Psalters zur Bauchwand. 1 Pansen, 2 Leber, 3 Gallenblase, 4 Psalter, 5 Därme, A₁ Abstand der dorsalen Psaltergrenze von der Bauchwand, A₂ Abstand des bauchwandnächsten Psalterpunktes von der Bauchwand, A₃ Abstand der ventralen Psaltergrenze von der Bauchwand

3.4. Erhebung der Schlachtbefunde

Die Kühe der Tiergruppe 1 wurden innerhalb von 24 Stunden nach der Ultraschalluntersuchung am Tierspital Zürich geschlachtet, und die Organe des Magen-Darm-Trakts wurden im Institut für Veterinärpathologie untersucht. Der Psalter wurde von den restlichen Vormägen und dem Labmagen getrennt, makroskopisch untersucht und gewogen. Das Gewicht des Psalters wurde mit dem Lebendgewicht der Kuh und der sonographisch gemessenen Ausdehnung des Psalters in den Interkostalräumen 7 bis 10 verglichen. Form, Grösse und Konsistenz des Psalters wurden subjektiv beurteilt. Das Volumen wurde in einem wassergefüllten Eimer

aufgrund der Wasserverdrängung bestimmt und ebenfalls mit der sonographisch gemessenen Ausdehnung des Psalters in den Interkostalräumen 7 bis 10 verglichen. Der grösste und kleinste Umfang wurden mit einem Messband festgehalten. Daraus wurden der grösste und kleinste Durchmesser ermittelt ($\emptyset = U/\pi$). Beide Durchmesser wurden mit der sonographisch gemessenen Ausdehnung des Psalters in den Interkostalräumen 7 bis 10 verglichen. Bevor das Futter teilweise ausgewaschen wurde, um die Schleimhaut makroskopisch zu beurteilen, wurde der Psalterinhalt bezüglich seiner Konsistenz und Farbe sowie seines Geruchs beurteilt. Der pH-Wert wurde mittels pH-Universalindikatorpapier von „Merck“ gemessen. Die Psalter der Kühe der Tiergruppe 2 wurden nur bei den 7 Kühen untersucht, die krankheitsbedingt geschlachtet oder euthanasiert werden mussten. Das Vorgehen entsprach in diesen Fällen demjenigen bei der Tiergruppe 1.

3.5. Statistik

Die statistische Berechnung der Mittelwerte und Standardabweichungen erfolgte mit Hilfe des Programms StatView 5.0 (SAS Institut, 8602 Wangen, Schweiz). Zur Beurteilung der Lage des Psalters im Vergleich zwischen den gesunden und kranken Kühen wurden die Interkostalräume 7 bis 10 beurteilt. Für die signifikanten Unterschiede wurde die faktorielle Varianzanalyse nach ANOVA verwendet. Dabei wurde für die Signifikanz der Test nach Bonferroni ($P < 0.01$) gewählt. Um die sonographischen und pathologischen Ergebnisse zu vergleichen, wurden die Korrelationskoeffizienten berechnet (ALTMAN, 1991).

3.6. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren die folgenden Institute und Abteilungen der Veterinärmedizinischen Fakultät beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische und blut-chemische Untersuchungen.
- Institut für Veterinärpathologie: Hilfe bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung des Psalters.

4. ERGEBNISSE

4.1. Sonographische Untersuchung des Psalters im Wasserbad

Bei der sonographischen Untersuchung von zwei nicht entleerten Psalteren im Wasserbad liessen sich verschiedene Wandschichten darstellen. Von aussen nach innen waren die Tunica serosa als eine ca. 2 mm dicke echogene Linie, die Tunica muscularis als eine ca. 1.5 mm dicke echoarme Linie und die Tela submucosa und die Tunica mucosa als ein ca. 4 - 5 mm dicker echogener Streifen zu erkennen. Aussen an der Psalterwand war ein echogener Streifen von unterschiedlicher Dicke sichtbar, welcher dem Netz mit Fettgewebe entsprach (Abb. 3).

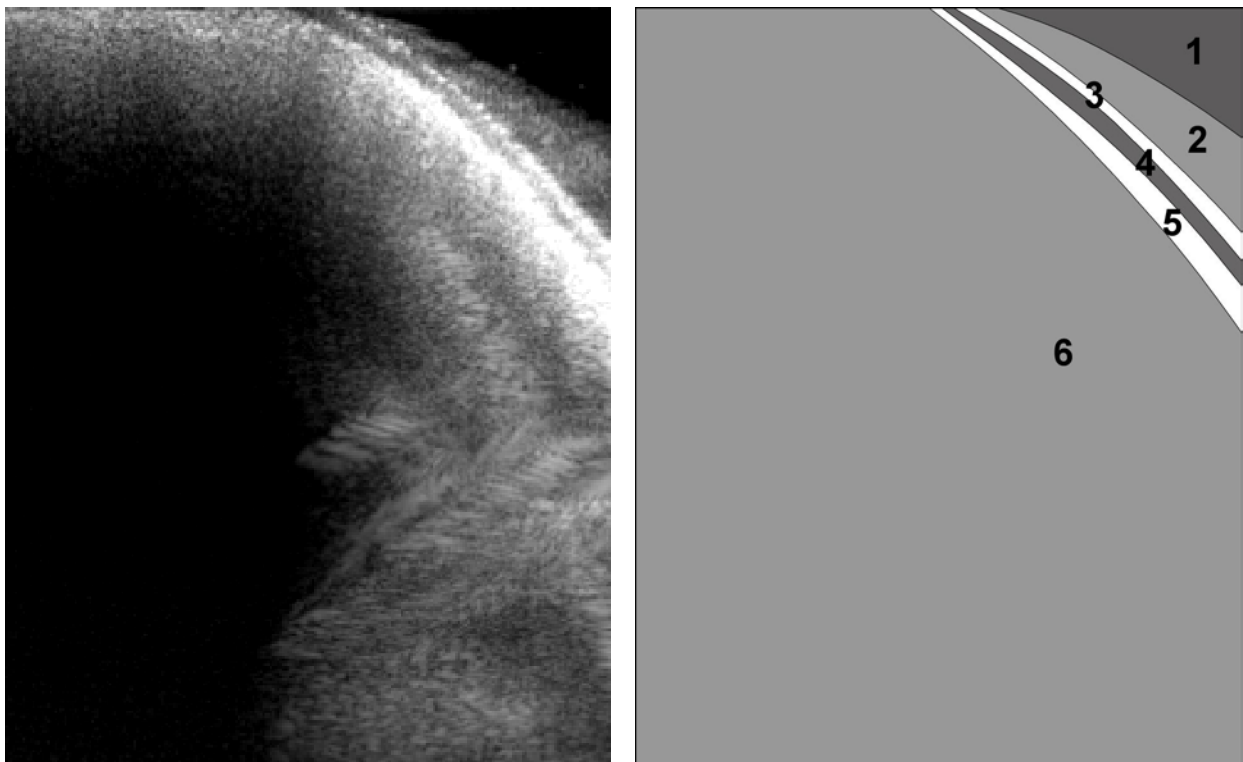


Abb. 3 : Sonographische Darstellung der Psalterwand im Wasserbad. 1 Wasser, 2 Netz mit Fettgewebe, 3 Tunica serosa, 4 Tunica muscularis, 5 Tela submucosa und Tunica mucosa, 6 Artefakte

Bei der sonographischen Untersuchung eines mit Wasser gefüllten Psalters war die Psalterwand zwar erkennbar, aber ihre einzelnen Schichten konnten nicht klar voneinander unterschieden werden. Dafür stellten sich die Psalterblätter sehr deutlich als wellenähnliche Linien im Inneren dar (Abb. 4).

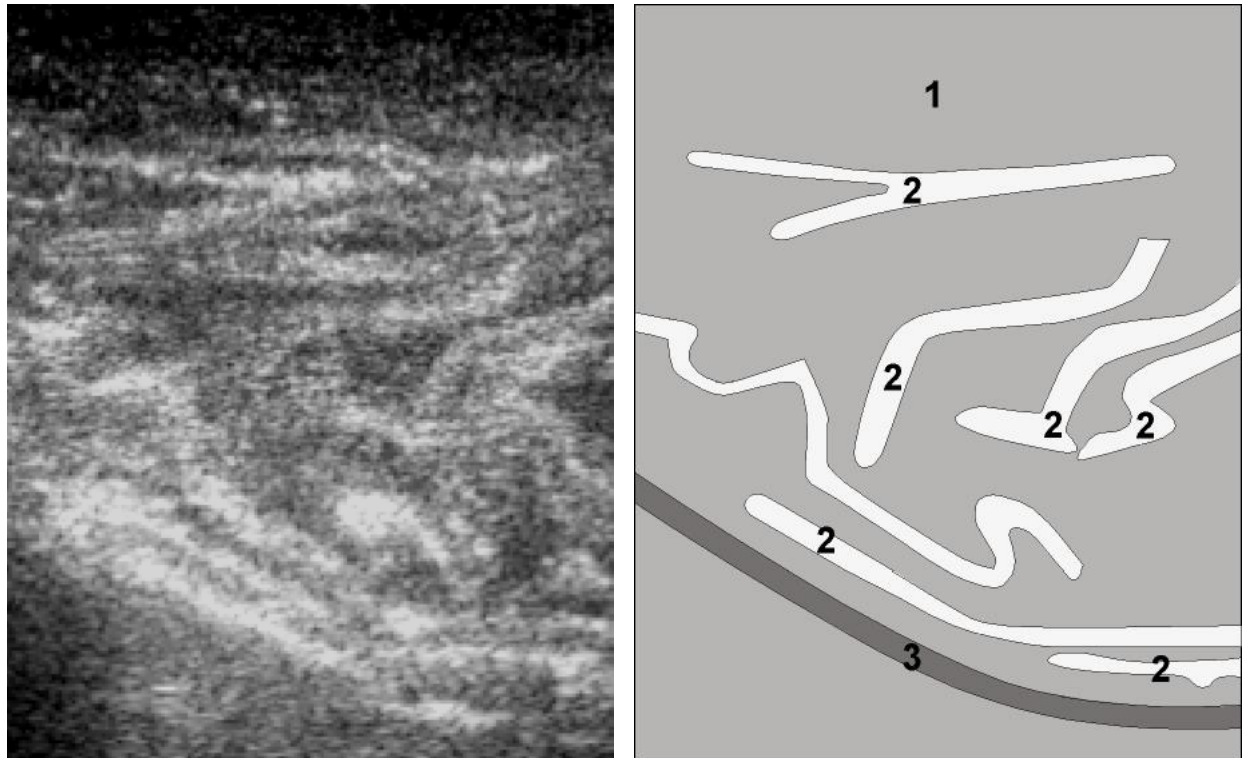


Abb. 4 : Sonographische Darstellung der Psalterblätter im Wasserbad (Psalter mit Wasser gefüllt). 1 Wasser, 2 Psalterblätter, 3 Psalterwand

4.2. Sonographische Befunde am Psalter von gesunden Kühen

4.2.1. Sonographisches Erscheinungsbild

Bei der sonographischen Untersuchung waren von aussen nach innen die verschiedenen Schichten der seitlichen Bauchwand zu erkennen, die sich als Streifen von unterschiedlicher Echogenität darstellten. Der Psalter stellte sich als kugelförmiges Organ dar, welches medial der Bauchwand gelegen war (Abb. 5). Die Psalterwand war als dicke echogene Linie zu erkennen, bei welcher es sich um die Tunica mucosa mit der Tela submucosa handelte. Die Ansätze der Psalterblätter

stellten sich in einzelnen Fällen als kurze, echogene, von der Innenwand des Psalters ausgehende, zapfenförmige Gebilde dar (Abb. 6). Eine Eigenmotorik des Psalters, wie sie bei der Haube vorkommt, konnte nicht beobachtet werden. Es fielen jedoch geringe Lageveränderungen des Psalters synchron zur Atmung auf.

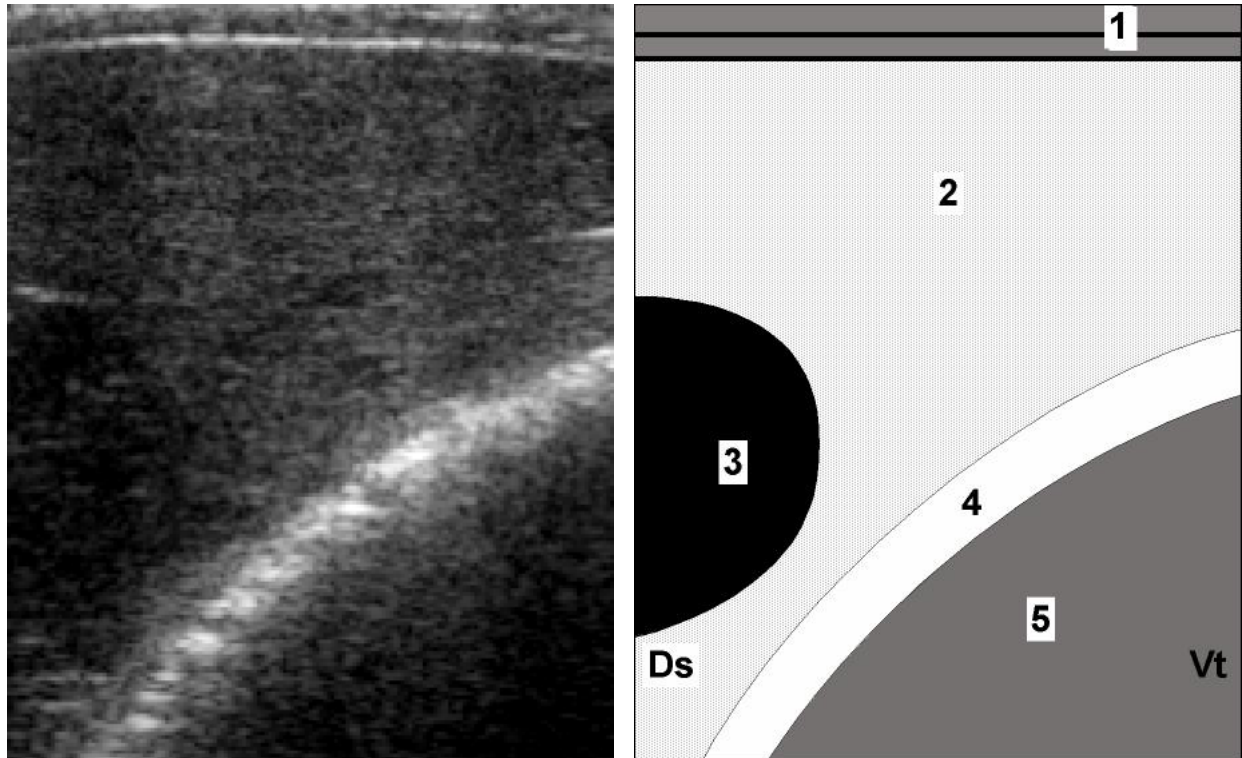


Abb. 5 : 1 Bauchwand, 2 Leber, 3 Vena portae, 4 Psalterwand, 5 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

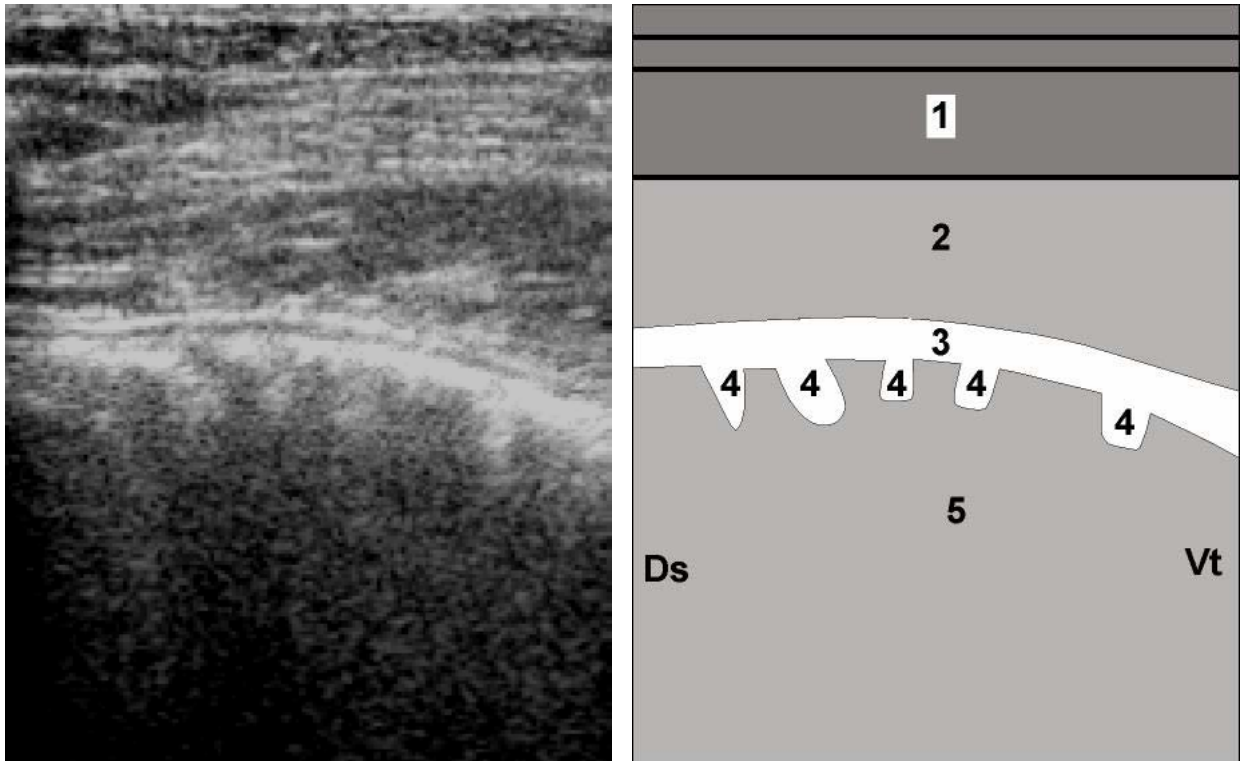


Abb. 6 : 1 Bauchwand, 2 Netz, 3 Psalterwand, 4 Psalterblätter, 5 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

4.2.2. Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters in den einzelnen Interkostalräumen

Der Psalter konnte in den Interkostalräumen 6, 7, 8, 9, 10 und 11 bei 3, 24, 30, 30, 29 und 2 Kühen dargestellt werden (Tab. 1). Bei 4 Kühen war er in 3, bei 23 Kühen in 4 und bei 3 Kühen in 5 aufeinanderfolgenden Interkostalräumen zu sehen. Die dorsale Psaltergrenze lag in den Interkostalräumen 8 bis 10 mit Werten zwischen 51.1 ± 6.1 cm und 56.1 ± 5.3 cm näher bei der Mittellinie des Rückens als in den Interkostalräumen 6, 7 und 11, wo der Abstand dazu 64.8 ± 6.3 cm bis 75.7 ± 3.1 cm betrug.

Die ventrale Psaltergrenze lag zwischen 85.6 ± 9.5 und 108.2 ± 10.3 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt (Tab. 2). Dabei war der Abstand im 9. Interkostalraum am grössten und im 7. Interkostalraum am kleinsten.

Die Ausdehnung des Psalters variierte zwischen 16.3 ± 1.5 und 56.9 ± 10.0 cm (Tab. 3). Sie war im 9. Interkostalraum am grössten und wurde von da sowohl nach kranial als auch nach kaudal kleiner.

Um eine Vorstellung von der Lage des Psalters im Abdomen und von seiner möglichen Grösse zu erhalten, wurde anhand der Mittelwerte der dorsalen und ventralen Psaltergrenze eine schematische Zeichnung des Psalters an einer Kuh vorgenommen (Abb. 7).

Tab. 1 : Dorsale Psaltergrenze

IKR	n	Dorsale Psaltergrenze (cm distal der Mittellinie des Rückens)							
		\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	Min.	Max.	Med.	10 % Q	90 % Q
6	3	75.7	3.1	1.8	73.0	79.0	75.0	-	-
7	24	64.8	6.3	1.3	54.0	76.5	65.5	56.0	72.0
8	30	56.1	5.3	1.0	47.0	67.0	57.0	48.5	62.5
9	30	51.3	5.8	1.1	42.0	61.5	52.0	43.5	59.0
10	29	51.1	6.1	1.1	36.0	66.0	52.0	43.0	58.0
11	2	68.3	42.8	30.2	38.0	98.5	68.0	-	-

IKR Interkostalraum, n Anzahl Kühe mit darstellbarem Psalter, \bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, $s_{\bar{x}}$ Standardfehler, Min. Kleinster Wert, Max. Grösster Wert, Med. Medianwert, Q Quantile

Tab. 2 : Ventrale Psaltergrenze

IKR	n	Ventrale Psaltergrenze (cm distal der Mittellinie des Rückens)							
		\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	Min.	Max.	Med.	10% Q	90% Q
6	3	92.0	1.7	1.0	91.0	94.0	91.0	-	-
7	24	85.6	9.5	1.9	71.0	104.0	84.0	76.0	99.0
8	30	99.3	14.6	2.7	71.0	127.0	98.3	80.0	118.0
9	30	108.2	10.3	1.9	87.5	126.0	109.0	92.0	120.3
10	29	98.1	13.8	2.6	77.0	132.0	94.0	82.5	121.0
11	2	95.0	28.3	20.0	75.0	115.0	95.0	-	-

IKR Interkostalraum, n Anzahl Kühe mit darstellbarem Psalter, \bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, $s_{\bar{x}}$ Standardfehler, Min. Kleinster Wert, Max. Grösster Wert, Med. Medianwert, Q Quantile

Tab. 3 : Ausdehnung des Psalters

IKR	n	Ausdehnung des Psalters (in cm)							
		\bar{x}	s	$s_{\bar{x}}$	Min.	Max.	Med.	10% Q	90% Q
6	3	16.3	1.5	0.9	15.0	18.0	16.0	-	-
7	24	20.9	6.9	1.4	9.0	32.5	21.0	12.8	31.2
8	30	43.3	13.8	2.5	14.5	72.0	44.5	25.0	60.0
9	30	56.9	10.0	1.8	32.0	73.5	58.8	44.5	67.5
10	29	47.0	12.5	2.3	23.0	79.0	46.0	31.7	60.8
11	2	26.8	14.5	10.3	16.5	37.0	26.8	-	-

IKR Interkostalraum, n Anzahl Kühe mit darstellbarem Psalter, \bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, $s_{\bar{x}}$ Standardfehler, Min. Kleinster Wert, Max. Grösster Wert, Med. Medianwert, Q Quantile



Abb. 7 : Kuh mit eingezeichnetem Psalter im Bereich zwischen dem 6. und 11. Interkostalraum. Die Zeichnung entspricht den Mittelwerten der dorsalen und ventralen Begrenzung des Psalters von 30 gesunden Kühen.

4.2.3. Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand lag zwischen 9.8 ± 1.6 cm und 14.5 ± 0.5 cm (Tab. 4). Im 6. und 7. Interkostalraum war der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand am kleinsten. Nach kaudal nahm er leicht zu.

Im Bereich seines bauchwandnächsten Punktes lag der Psalter im 8. und 9. Interkostalraum mit einem Medianwert von 0 cm am nächsten an der Bauchwand. Bei 22 bzw. 20 Kühen war der Psalter der Bauchwand im 8. bzw. 9. Interkostalraum unmittelbar anliegend.

Der ventrale Psalterrand lag 5.9 bis 11.2 ± 0.4 cm von der ventralen Bauchwand entfernt. Dabei kam er im 11. Interkostalraum mit einem Medianwert von 5.9 cm am nächsten an die Bauchwand heran und lag im 10. Interkostalraum mit 11.2 ± 0.4 cm am weitesten von dieser entfernt. Die Abstände wurden vom 7. bis zum 10. Interkostalraum kontinuierlich grösser.

Tab. 4 : Abstände des dorsalen und ventralen Psalterrandes sowie des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Abstand des Psalters zur Bauchwand ($\bar{x} \pm s$ cm)		
	Dorsaler Psalter- rand	Bauchwandnächster Psalterpunkt	Ventraler Psalter- rand
6 (n=3)	9.9 ± 1.7	3.5^1	8.6 ± 3.5
7 (n=24)	9.8 ± 1.6	2.9 ± 1.7	7.0 ± 2.0
8 (n=30)	10.7 ± 1.8	0.0, 0.0, 4.4^2	8.1 ± 2.7
9 (n=30)	12.0 ± 1.4	0.0, 0.0, 5.3^2	9.8 ± 2.3
10 (n=29)	12.5 ± 1.0	3.8 ± 1.8	11.2 ± 0.4
11 (n=2)	14.5 ± 0.5	5.0 ± 2.3	0.0, 5.9, 11.8^2

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, ¹ Bei zwei Kühen wegen Verschattung nicht beurteilbar, ² Minimum, Median, Maximum

4.2.4. Benachbarte Organe

Dorsal des Psalters waren im Bereich vom 6. bis 10. Interkostalraum die Lunge und die Leber, im 11. Interkostalraum die Leber oder Dünndärme zu sehen. Die Leber lag dem Psalter dorsolateral an, wurde aber, wenn sie nicht bis zum bauchwandnächsten Punkt des Psalters reichte, zu den dorsal gelegenen Organen gezählt (Tab. 5).

Ventral des Psalters lagen entweder die Haube oder der Labmagen, weiter kaudal auch Dünndärme. Die Haube war dem Psalter im 6. Interkostalraum bei 3 Tieren, im 7. Interkostalraum bei 17 Tieren und im 8. Interkostalraum bei 12 Tieren ventral benachbart (Tab. 6). Der Labmagen grenzte im 7. Interkostalraum bei 3 Tieren, im 8. Interkostalraum bei 13 Tieren und im 9. Interkostalraum bei 14 Tieren ventral an den Psalter. Im 9. Interkostalraum wurden ventral bei 6 Tieren und im 10. Interkostalraum bei 12 Tieren Dünndärme gesehen.

Kranial des Psalters waren im 7. Interkostalraum bei 10 Tieren die Lunge und bei 6 Tieren die Haube sichtbar (Tab. 7). Im 10. Interkostalraum grenzten die Därme bei 26 Tieren kaudal an den Psalter (Tab. 8).

Lateral des Psalters waren im 7. Interkostalraum bei 13 Tieren die Leber und bei 7 Tieren der Labmagen zu sehen (Tab. 9). Bei 2 Tieren lag der Psalter in diesem Interkostalraum der Bauchwand unmittelbar an. Im 8. und 9. Interkostalraum waren die Leber noch bei 2 Tieren und der Labmagen bei 5 Tieren zwischen Psalter und Bauchwand sichtbar. Bei 22 Tieren konnte der Psalter im 8. und bei 19 Tieren im 9. Interkostalraum unmittelbar der Bauchwand anliegend dargestellt werden. Im 10. Interkostalraum war der Psalter wieder weiter von der Bauchwand entfernt und berührte diese nur noch bei 2 Tieren. Bei 13 Tieren waren hier wieder die Leber, bei 6 Tieren auch die Gallenblase, und bei 11 Tieren die Därme lateral des Psalters zu sehen.

Medial des Psalters konnten die benachbarten Organe nicht bei allen Tieren dargestellt werden, da es sich um eher gut genährte Kühe handelte, bei welchen die

Darstellbarkeit der Organe in diesem Bereich reduziert war. Im Bereich des 7. und 8. Interkostalraums war bei 10 bzw. 13 Kühen die Haube zu sehen (Tab. 10).

Tab. 5 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane dorsal des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)			
	Lunge	Leber	Gallenblase	Därme
6 (n=3)	3	2	0	0
7 (n=24)	23	18	0	0
8 (n=30)	29	29	0	0
9 (n=30)	25	29	0	0
10 (n=29)	9	29	1	0
11 (n=2)	0	1	0	1

Tab. 6 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane ventral des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)				
	Haube	Labmagen	Netz	Därme	Bauchwand
6 (n=3)	3	0	0	0	0
7 (n=19)	17	3	0	0	0
8 (n=24)	12	13	0	0	0
9 (n=19)	0	14	0	6	0
10 (n=16)	0	2	2	12	0
11 (n=2)	0	0	0	1	1

Tab. 7 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane kranial des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)	
	Lunge	Haube
6 (n=3)	2	0
7 (n=20)	10	6
8 (n=29)	1	3
9 (n=30)	0	0
10 (n=29)	0	1
11 (n=2)	0	0

Tab. 8 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane kaudal des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)	
	Därme	
6 (n=3)	0	
7 (n=24)	0	
8 (n=30)	0	
9 (n=30)	1	
10 (n=28)	26	
11 (n=2)	2	

Tab. 9 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane lateral des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)					
	Lab- magen	Bauch- wand	Leber	Gallen- blase	Därme	Netz
6 (n=1)	1	0	0	0	0	0
7 (n=24)	7	2	13	0	0	1
8 (n=30)	5	22	2	0	1	0
9 (n=29)	5	19	2	0	3	0
10 (n=29)	4	2	13	6	11	1
11 (n=2)	0	0	2	1	0	0

Tab. 10 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane medial des Psalters

Interkostalraum (n=Anzahl Kühe)	Darstellbarkeit der Organe (Anzahl Kühe)		
	Haube	Pansen	Labmagen
6 (n=2)	2	0	0
7 (n=10)	10	0	0
8 (n=14)	13	1	1
9 (n=4)	2	2	0
10 (n=3)	0	3	0
11 (n=0)	0	0	0

4.3. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts

4.3.1. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

Das sonographische Bild des Psalters entsprach demjenigen von gesunden Kühen. Die Psalterwand konnte meistens deutlich als echogene Linie erkannt werden. Die Psalterblätter waren nur bei einem Tier als weissliche Linien im Inneren zu sehen. Eine Motorik des Psalters konnte nie beobachtet werden. Der Psalter konnte bei den 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung zwischen dem 6. und dem 10. Interkostalraum dargestellt werden. Dabei war er bei 3 Kühen in 4 Interkostalräumen, bei 4 Kühen in 3 Interkostalräumen und bei 3 Kühen in 2 Interkostalräumen sichtbar. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und die Abstände des Psalters zur Bauchwand gehen aus der Tab. 11 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Tieren lag der Psalter weiter kranial und weiter ventral, da er mit dem nach links verlagerten Labmagen mitgezogen wurde. Bei 5 Kühen reichte er sogar über die Mediane bis auf die linke Seite. Die Ergebnisse der Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben signifikante Unterschiede zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung (Tab. 12).

Der Abstand des Psalters von der Bauchwand war in etwa gleich gross wie bei den gesunden Kühen (Tab. 13). Als Folge der Labmagenverlagerung nach links kam es auch bei den dem Psalter benachbarten Organen zu Veränderungen gegenüber dem Normalbefund (Tab. 14). So lag die Haube bei 4 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung dorsal des Psalters (Abb. 8), und es konnten bei 3 Kühen im 9. Interkostalraum dorsal des Psalters auch Därme dargestellt werden. Der Pansen war bei einer Kuh im 8. und 9. Interkostalraum und bei einer weiteren Kuh im 10. Interkostalraum ventral des Psalters sichtbar. Bei 3 Kühen berührte der Psalter die Bauchwand im 6. Interkostalraum, bei je 6 Kühen im 7. bzw. im 8. Interkostalraum und bei 1 Kuh im 9. Interkostalraum.

Tab. 11 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
6 (n=4)	78.0 \pm 19.7 (54.0 - 100.0)	101.6 \pm 13.6 (89.0 - 115.5)	23.5 \pm 11.7 (11.0 - 37.0)	A1: 9.2 \pm 1.8 (7.5 - 11.3) A2: 0.0 (0.0 - 0.0) ¹ A3: 4.0 \pm 3.0 (0.0 - 7.2)
7 (n=10)	73.8 \pm 11.6 (55.5 - 91.5)	108.0 \pm 12.3 (94.0 - 130.5)	34.2 \pm 15.1 (15.5 - 68.0)	A1: 9.9 \pm 2.2 (6.5 - 13.3) ² A2: 0.0 ³ (0.0 - 5.8) A3: 4.8 \pm 2.7 (2.7 - 12.3)
8 (n=9)	81.1 \pm 15.5 (56.0 - 97.0)	113.2 \pm 15.1 (84.0 - 141.0)	32.2 \pm 15.0 (12.5 - 58.5)	A1: 10.0 \pm 2.4 (7.8 - 14.8) A2: 0.0 ³ (0.0 - 3.9) A3: 5.1 \pm 4.0 (0.0 - 13.4)
9 (n=5)	73.4 \pm 17.4 (47.5 - 95.0)	109.7 \pm 16.9 (81.0 - 125.0)	36.3 \pm 11.7 (23.0 - 54.5)	A1: 9.9 \pm 2.5 (5.8 - 12.1) A2: 1.5 ³ (0.0 - 9.3) A3: 4.4 \pm 2.5 (0.6 - 7.0)
10 (n=2)	41.5 \pm 0.7 (41.0 - 42.0)	70.0 \pm 11.3 (62.0 - 78.0)	28.5 \pm 12.0 (20.0 - 37.0)	A1: 13.4 \pm 1.3 (12.5 - 14.3) A2: 7.1 \pm 4.1 (4.1 - 10.0) A3: 11.0 \pm 0.6 (10.5 - 11.3)

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹Nur bei 3 Tieren messbar, und bei allen berührte der Psalter die Bauchwand, ²Nur bei 9 Tieren messbar, ³Medianwert, da $s > \bar{x}$

Tab. 12 : Vergleich der Messungen des dorsalen und ventralen Psalterrandes und der Psalterausdehnung zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts (Mittelwerte in cm)

Gruppe	Dorsaler Psalterrand					Ventraler Psalterrand					Psalterausdehnung				
	Interkostalraum					Interkostalraum					Interkostalraum				
	7	8	9	10		7	8	9	10		7	8	9	10	
Gesund	64.8	56.1	51.3	51.1		85.7	99.3	108.2	98.1		20.9	43.3	56.9	47.0	
LLV	73.8	81.1 ^a	73.4 ^a	41.5		105.4 ^a	113.2	96.5	70.0		34.2 ^a	32.2	36.3 ^a	28.5	
RLV	65.5	82.5 ^b	67.0	70.8 ^b		89.2	104.7	93.0	100.6		23.7	22.2 ^b	26.0 ^b	29.9	
RLVT	62.4	71.0 ^c	80.1 ^c	87.3 ^c		96.9	101.9	109.0	113.5		34.5	30.9	28.9 ^c	26.3 ^c	
RPT	59.7	53.0	48.4	48.4		85.4	92.7	91.8 ^d	87.4		25.7	39.7	43.4	39.0	
Ileus	62.3	53.4	48.9	43.9		85.7	87.5	79.5 ^e	72.9 ^e		23.4	34.1	30.6 ^e	29.0	
VFS	52.8 ^f	53.0	44.5	43.1		68.9 ^f	72.1 ^f	73.9 ^f	64.0 ^f		16.2	23.3 ^f	29.4 ^f	21.0 ^f	
Diff.	f	a, b, c	a, c	b, c		a, f	f	d, e, f	e, f		a	b, f	a, b, c, e, f	c, f	

LLV Linksseitige Labmagenverlagerung, RLV Rechtsseitige Labmagenverlagerung, RLVT Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion, RPT Reticuloperitonitis traumatica, VFS Vordere funktionelle Stenose, Diff. Differenz zu Gesunden $P < 0.01$

Tab. 13 : Vergleich der Messungen der Abstände des dorsalen, des bauchwandnächsten und des ventralen Psalterrandes zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts (Mittelwerte in cm)

Gruppe	Abstand des dorsalen Psalterrand- des zur Bauchwand				Abstand des bauchwandnächsten Psalterpunktes zur Bauchwand				Abstand des ventralen Psalterran- des zur Bauchwand			
	Interkostalraum				Interkostalraum				Interkostalraum			
	7	8	9	10	7	8	9	10	7	8	9	10
Gesund	9.8	10.7	12.0	12.5	2.9	0.8	1.0	3.7	7.0	8.1	9.8	11.2
LLV	9.9	10.0 ^a	9.9	13.4	1.5	1.0	2.5	7.1	4.8	5.1	4.4 ^a	10.9
RLV	8.9	6.1 ^b	8.6	7.0 ^b	3.5	2.1	3.2	4.3	7.1	7.1	8.7	8.4
RLVT	10.1	8.7	9.2 ^c	6.7 ^c	1.9	2.2	2.0	3.4	6.8	5.6	5.5 ^c	6.5 ^c
RPT	9.6	12.0	13.7	13.3	3.4	1.3	2.4	4.7	7.4	8.5	9.5	10.1
Ileus	10.0	11.0	12.1	12.8	5.3	3.8 ^e	4.7 ^e	7.9 ^e	8.5	8.0	11.4	13.0
VFS	9.5	10.4	12.7	11.4	4.0	4.0 ^f	3.6	4.4	8.0	6.5	7.9	9.5
Diff.		a, b	c	b, c		e, f	e	e			a, c	c

LLV Linksseitige Labmagenverlagerung, RLV Rechtsseitige Labmagenverlagerung, RLVT Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion, RPT Reticuloperitonitis traumatica, VFS Vordere funktionelle Stenose, Diff. Differenz zu Gesunden $P < 0.01$

Tab. 14 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 10 Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum				
		6	7	8	9	10
Dorsal	Lunge	3	7	7	3	2
	Leber	1	4	8	3	2
	Gallenblase	0	1	0	0	0
	Haube	1	4	0	0	0
	Därme	0	0	0	3	0
Ventral	Haube	1	5	2	1	0
	Labmagen	0	2	0	0	0
	Därme	0	0	1	0	0
	Pansen	0	0	1	1	1
	Bauchwand	0	1	1	0	0
Kranial	Lunge	4	2	0	0	0
	Haube	0	2	1	0	0
	Labmagen	0	1	0	0	0
Kaudal	Därme	0	1	4	2	2
	Pansen	0	0	0	1	0
Lateral	Leber	0	1	1	0	1
	Labmagen	0	2	1	1	1
	Netz	1	0	0	1	0
	Därme	0	0	1	1	1
	Bauchwand	3	6	6	1	0
Medial	Haube	0	3	0	0	0
	Pansen	0	1	3	2	1
	Labmagen	0	0	1	0	0
	Bauchwand	1	0	0	0	0

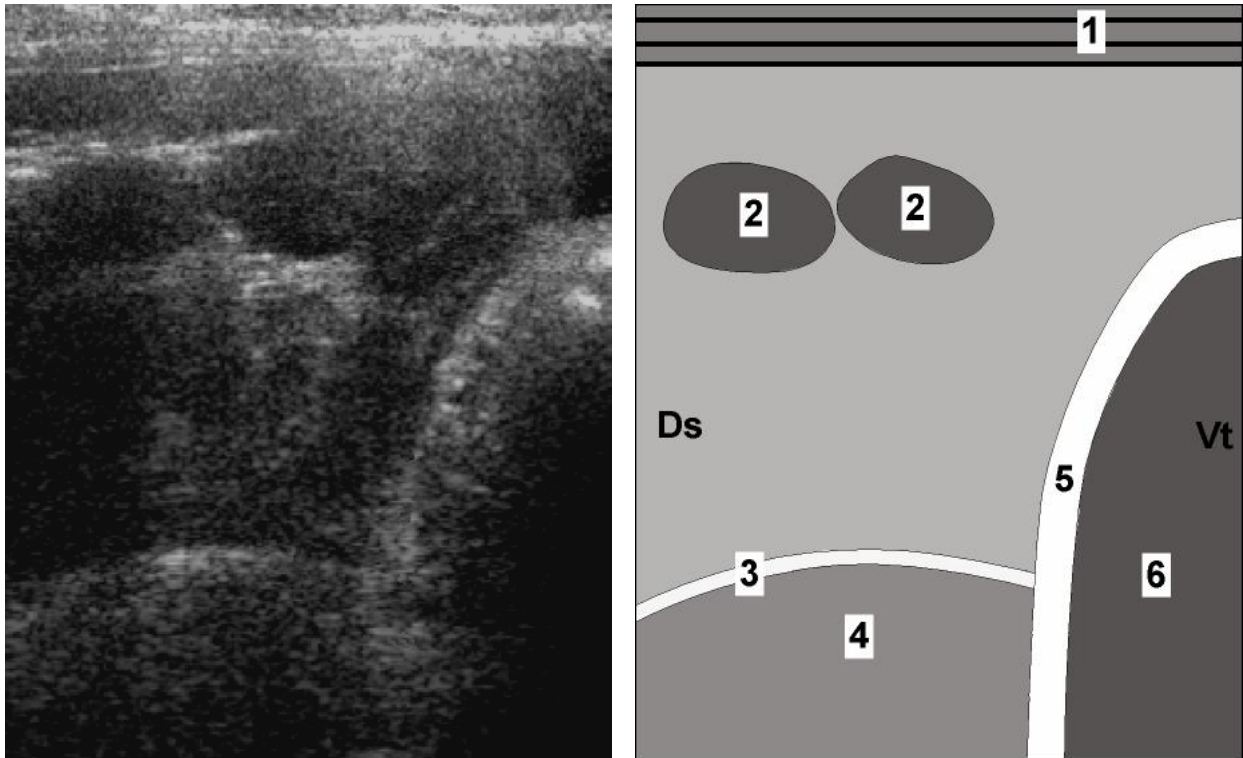


Abb. 8 : Psalter bei einer Kuh mit linksseitiger Labmagenverlagerung. Die Haube befindet sich dorsal des Psalters. 1 Bauchwand, 2 Dünndärme, 3 Haubenwand, 4 Haube, 5 Psalterwand, 6 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

4.3.2. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion

Bei 8 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion entsprach das sonographische Bild des Psalters demjenigen von gesunden Kühen. Die Darstellbarkeit des Psalters war bei einem Tier wegen des guten Nährzustands und bei einem weiteren wegen der hohen Atemfrequenz reduziert. Die Psalterblätter waren bei einem Tier mit deutlich flüssigem Psalterinhalt sichtbar (Abb. 9). Dieses Tier wies im Abdomen zusätzlich Flüssigkeit und Fibrin auf. Ansonsten waren die Blätter ebenfalls nie als Ganzes sichtbar. Eine Eigenmotorik des Psalter konnte nicht beobachtet werden. Der Psalter konnte im Bereich des 5. bis 11. Interkostalraums dargestellt werden. Bei je 2 Kühen war der Psalter in 4, 3, 2 und 1 Interkostalraum sichtbar. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und

die Abstände des Psalters zur Bauchwand gehen aus der Tab. 15 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Kühen lag der Psalter weiter ventral, da er mit dem dilatierten und nach rechts verlagerten Labmagen mitgezogen wurde. Die Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben signifikante Unterschiede zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion (Tab. 12 und 13). Als Folge der Labmagenverlagerung nach rechts kam es auch bei den dem Psalter benachbarten Organen zu Veränderungen gegenüber dem Normalbefund (Tab. 16). So lag der Labmagen in den Interkostalräumen 9, 10 und 11 dorsal des Psalters, wobei er bei einem Tier in allen drei Interkostalräumen und bei 2 Tieren nur in 2 Interkostalräumen zu sehen war. Auch kaudal war der Labmagen zu sehen, so dass an dieser Stelle weniger häufig Därme dargestellt werden konnten. Lateral lag der Psalter der Bauchwand im 7. Interkostalraum bei 2 Tieren und im 8. Interkostalraum bei 1 Tier direkt an. Bei 3 Tieren konnten Anteile des Netzes zwischen Psalter und Bauchwand dargestellt werden.

Tab. 15 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei 8 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
5 (n=1)	56.5	87.0	30.5	A1: 6.7 ¹ A2: 0.8 ¹ A3: 2.2 ¹
6 (n=1)	54.0	97.0	43.5	A1: 7.2 ¹ A2: 0.0 ¹ A3: 6.9 ¹
7 (n=3)	65.5 \pm 19.2 (52.0 - 87.5)	89.2 \pm 17.4 (70.5 - 105.0)	23.7 \pm 14.3 (13.5 - 40.0)	A1: 8.9 \pm 3.9 (4.9 - 12.8) A2: 0.0 ² (0.0 - 10.4) ² A3: 7.1 \pm 4.6 (3.1 - 12.2)
8 (n=6)	82.5 \pm 21.0 (46.0 - 100.0)	104.7 \pm 18.1 (72.0 - 121.5)	22.2 \pm 9.4 (10.0 - 34.0)	A1: 6.1 \pm 3.1 (3.7 - 12.2) A2: 1.4 ² (0.0 - 8.2) A3: 7.1 \pm 3.1 (3.8 - 11.9)
9 (n=3)	67.0 \pm 26.1 (37.0 - 84.0)	93.0 \pm 22.8 (67.5 - 111.5)	26.0 \pm 5.4 (20.0 - 30.5)	A1: 8.6 \pm 5.2 (3.8 - 14.1) A2: 1.4 ² (0.0 - 8.1) A3: 8.7 \pm 3.3 (6.1 - 12.4)
10 (n=4)	70.8 \pm 25.1 (35.0 - 91.0)	100.6 \pm 22.8 (67.0 - 115.5)	29.9 \pm 4.1 (24.5 - 34.0)	A1: 7.0 \pm 4.2 (3.7 - 13.1) A2: 4.3 \pm 4.1 (1.2 - 10.4) A3: 8.4 \pm 4.8 (2.3 - 13.8)
11 (n=2)	82.0 \pm 11.3 (74.0 - 90.0)	105.5 \pm 6.4 (101.0 - 110.0)	23.5 \pm 5.0 (20.0 - 27.0)	A1: 7.6 \pm 3.7 (4.9 - 10.2) A2: 2.5 \pm 2.3 (0.8 - 4.1) A3: 7.5 \pm 3.6 (4.9 - 10.0)

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹ Nur ein Tier, ² Medianwert, da $s > \bar{x}$

Tab. 16 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 8 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum						
		5	6	7	8	9	10	11
Dorsal	Lunge	1	1	2	5	0	0	0
	Leber	1	1	2	3	1	0	0
	Netz	0	0	0	1	0	0	0
	Därme	0	0	0	0	0	1	0
	Labmagen	0	0	0	0	2	3	2
Ventral	Haube	1	0	1	2	0	0	0
	Därme	0	0	0	1	0	2	1
	Fibrin	0	0	0	0	1	1	1
	Gallenblase	0	0	0	0	0	1	0
	Labmagen	0	0	0	2	1	0	0
Kranial	Lunge	1	0	1	0	0	0	0
	Haube	0	0	1	2	0	0	0
	Psalter	0	1	1	3	2	3	2
	Fibrin	0	0	0	0	0	1	0
	Labmagen	0	0	0	0	1	0	0
Kaudal	Därme	0	0	0	1	0	1	0
	Labmagen	0	0	0	3	0	1	2
Lateral	Bauchwand	0	0	2	1	0	0	0
	Leber	0	0	1	1	2	0	0
	Labmagen	0	0	0	1	0	0	0
	Netz	0	0	0	1	1	1	2
	Därme	0	0	0	0	0	1	0
	Fibrin	0	0	0	0	0	1	1
Medial	Haube	0	0	1	1	0	0	0
	Pansen	0	0	0	1	0	0	0

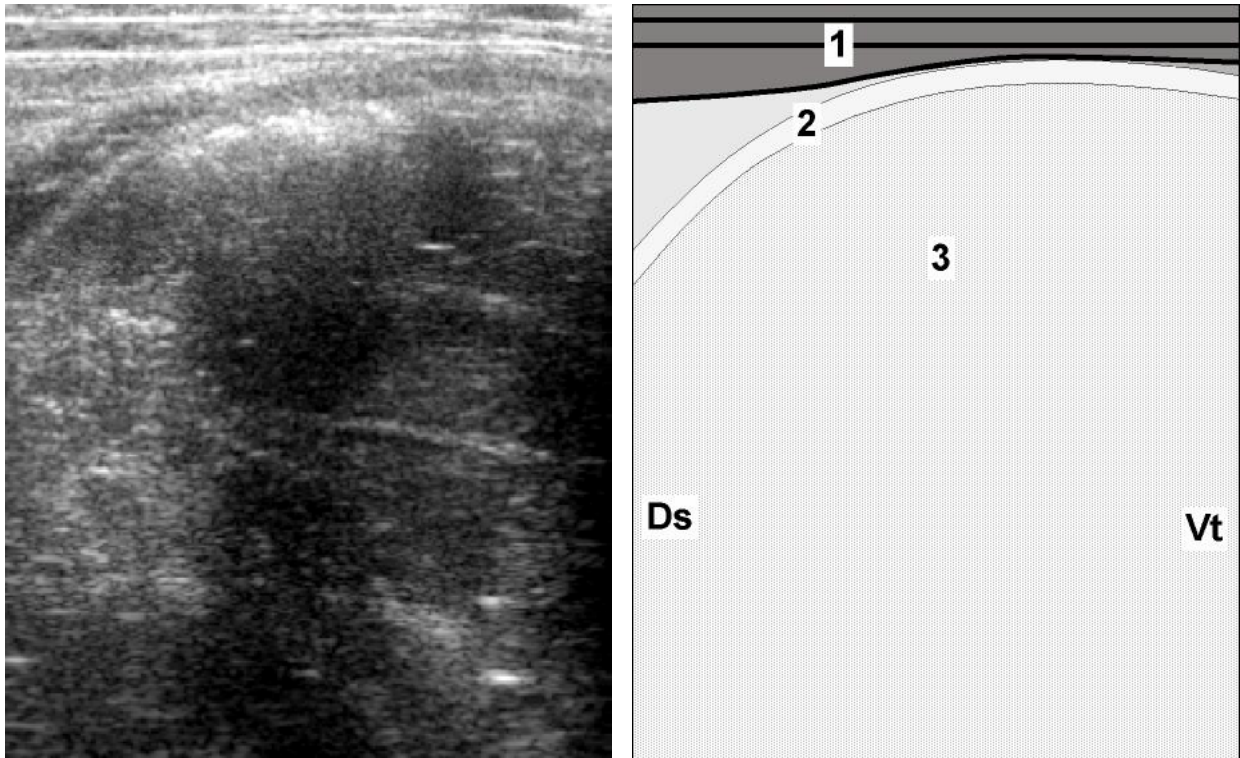


Abb. 9 : Flüssigkeitsgefüllter Psalter bei einer Kuh mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion. 1 Bauchwand, 2 Psalterwand, 3 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

4.3.3. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion

Das sonographische Bild des Psalters entsprach demjenigen von gesunden Kühen. Die Psalterblätter konnten bei 4 Tieren deutlich als echogene Falten im Psalterinneren erkannt werden (Abb. 10). Eine Motorik des Psalters wurde nie beobachtet. Bei 1 Tier waren die Atembewegungen so stark, dass der Psalter eine sichtbare Lageveränderung erfuhr. Der Psalter konnte bei 10 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion zwischen dem 6. und 11. Interkostalraum dargestellt werden. Dabei war er bei 8 Kühen in 3 Interkostalräumen und bei je einer Kuh in 2 bzw. in 1 Interkostalraum sichtbar. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und die Abstände des Psalters zur Bauchwand gehen aus der Tab. 17 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Kühen lag der Psalter weiter

ventral, da er mit dem nach rechts verlagerten und torsierten Labmagen mitgezogen wurde. Die Ergebnisse der Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben signifikante Unterschiede zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion (Tab. 12 und 13). Als Folge der Verlagerung und Verdrehung des Labmagens kam es auch bei den dem Psalter benachbarten Organen zu Veränderungen gegenüber dem Normalbefund (Tab. 18). So lag der Labmagen im 8. bis 11. Interkostalraum gelegentlich dorsal des Psalters. Im 8. und 9. Interkostalraum war der Labmagen auch kaudal des Psalters zu sehen. Der Psalter lag bei einer Kuh im 8. und bei einer weiteren Kuh im 9., 10. und 11. Interkostalraum am Boden der ventralen Bauchwand. Die laterale Bauchwand berührte der Psalter im 6., 10. und 11. Interkostalraum bei je 1 Tier, im 7. und 9. Interkostalraum bei je 2 Tieren und im 8. Interkostalraum bei 3 Tieren. Medial des Psalters konnte der Labmagen bei 1 Tier im 8. und 9. Interkostalraum und bei einem weiteren Tier im 10. Interkostalraum gesehen werden.

Tab. 17 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei 10 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
6 (n=4)	68.9 \pm 6.0 (62.0 - 76.5)	97.4 \pm 10.3 (88.5 - 109.0)	28.5 \pm 8.1 (21.0 - 40.0)	A1: 9.1 \pm 3.0 (5.3 - 12.2) A2: 1.4 ¹ (0.0 - 5.9) A3: 6.0 \pm 3.2 (1.8 - 9.6)
7 (n=4)	62.4 \pm 7.2 (54.0 - 71.5)	96.9 \pm 18.2 (70.0 - 110.0)	34.5 \pm 14.0 (16.0 - 48.0)	A1: 10.1 \pm 2.3 (7.2 - 11.9) A2: 0.8 ¹ (0.0 - 6.0) A3: 6.8 \pm 5.3 (0.9 - 13.4)
8 (n=7)	71.0 \pm 15.7 (48.0 - 92.5)	101.9 \pm 21.3 (69.0 - 119.0)	30.9 \pm 14.6 (9.0 - 56.0)	A1: 8.7 \pm 3.6 (2.7 - 13.4) A2: 0.0 ¹ (0.0 - 12.7) A3: 5.6 \pm 3.9 (1.6 - 13.3)
9 (n=7)	80.1 \pm 20.7 (42.0 - 105.5)	109.0 \pm 17.6 (74.5 - 124.0)	28.9 \pm 11.5 (15.0 - 48.0)	A1: 9.2 \pm 3.4 (5.2 - 13.5) A2: 1.1 ¹ (0.0 - 5.2) ² A3: 5.5 \pm 4.0 (0.0 - 9.3)
10 (n=4)	87.3 \pm 15.4 (64.5 - 98.0)	113.5 \pm 6.1 (107.0 - 121.5)	26.3 \pm 20.5 (15.5 - 57.0)	A1: 6.7 \pm 4.8 (1.3 - 11.9) A2: 3.3 ¹ (0.0 - 7.0) ³ A3: 6.5 \pm 4.7 (0.0 - 10.6)
11 (n=2)	88.0 \pm 2.8 (86.0 - 90.0)	106.8 \pm 9.6 (100.0 - 113.5)	18.8 \pm 12.4 (10.0 - 27.5)	A1: 6.7 \pm 6.7 (2.0 - 11.4) A2: 4.2 ¹ (0.0 - 8.4) A3: 9.0 \pm 3.7 (6.4 - 11.6)

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹ Medianwert, da $s > \bar{x}$, ² Nur bei 6 Kühen gemessen, ³ Nur bei 3 Kühen gemessen

Tab. 18 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 10 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum					
		6	7	8	9	10	11
Dorsal	Lunge	4	4	3	1	0	0
	Leber	3	2	3	1	0	0
	Labmagen	0	0	2	4	3	2
	Netz	1	2	1	3	0	0
Ventral	Haube	3	1	0	0	0	0
	Netz	0	3	1	1	0	0
	Därme	0	1	0	0	0	1
	Bauchwand	0	0	1	1	1	1
	Labmagen	0	0	1	0	0	0
Kranial	Lunge	4	0	0	0	0	0
	Haube	0	0	2	2	0	0
Kaudal	Labmagen	1	0	2	2	1	0
	Därme	0	0	0	1	0	2
Lateral	Leber	2	2	1	1	0	0
	Netz	2	1	1	1	1	1
	Därme	1	0	1	0	0	1
	Bauchwand	1	2	3	2	1	1
	Labmagen	0	0	0	1	1	0
Medial	Haube	1	1	2	1	0	0
	Labmagen	0	0	1	1	1	0
	Pansen	0	0	1	1	0	1

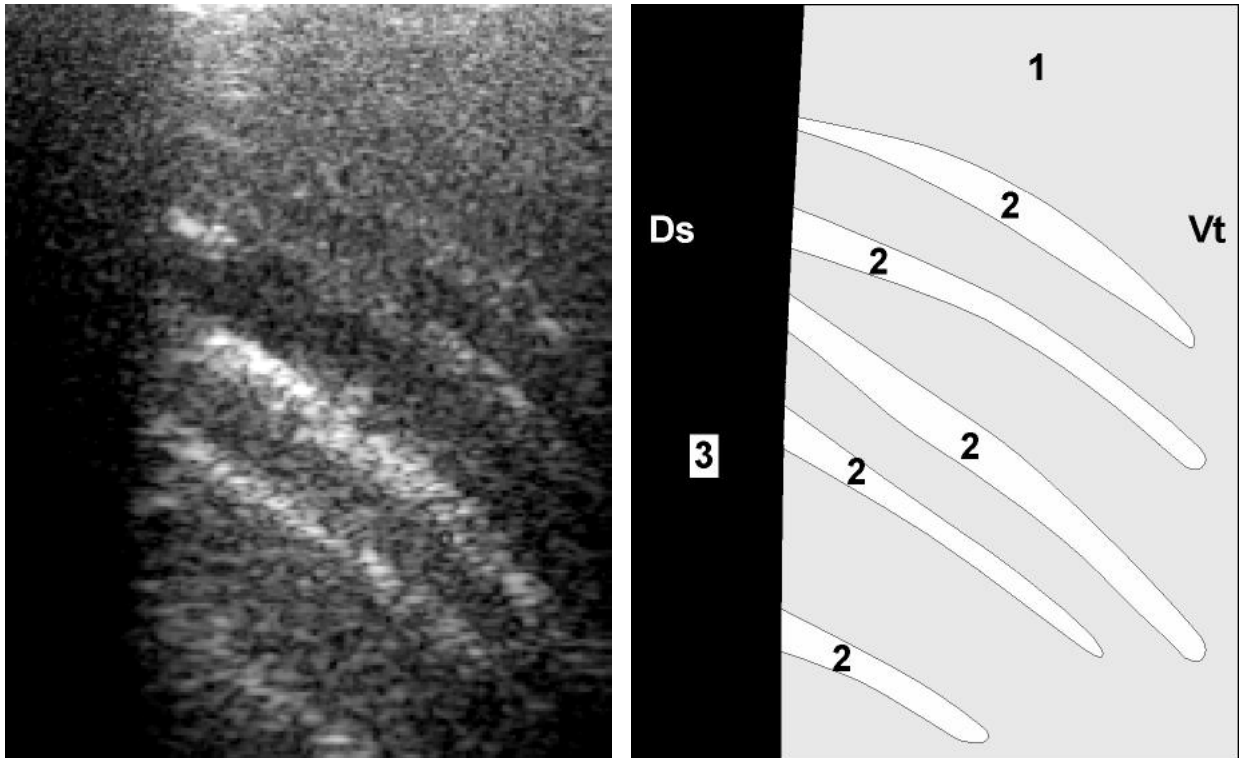


Abb. 10 : Psalter bei einer Kuh mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion. 1 Psalter, 2 Psalterblätter, 3 Schallauslöschung durch Rippe, Ds Dorsal, Vt Ventral

4.3.4. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica

Das sonographische Bild des Psalters entsprach demjenigen von gesunden Kühen. Die Psalterblätter konnten nur bei einer Kuh deutlich dargestellt werden. Eine Eigenmotorik wurde nicht beobachtet. Der Psalter konnte bei 10 Kühen mit einer fremdkörperbedingten Peritonitis zwischen dem 5. und 11. Interkostalraum dargestellt werden. Dabei war er bei 3 Kühen in 5 Interkostalräumen, bei 4 Kühen in 4 Interkostalräumen und bei 3 Kühen in 3 Interkostalräumen sichtbar. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und die Abstände des Psalters zur Bauchwand gehen aus der Tab. 19 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Kühen lag der Psalter praktisch an der gleichen Stelle. Die Ergebnisse der Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben nur im 9. Interkostalraum bezüglich des

ventralen Randes einen signifikanten Unterschied zu den gesunden Kühen (Tab. 12 und 13).

Tab. 19 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei 10 Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
5 (n=1)	79.0	93.0	14.0	A1: 12.6 ¹ A2: 0.0 ¹ A3: 11.7 ¹
6 (n=2)	69.5 \pm 13.5 (60.0 - 79.0)	77.0 \pm 7.1 (72.0 - 82.0)	7.5 \pm 6.4 (3.0 - 12.0)	A1: 11.4 \pm 3.2 (9.1 - 13.7) A2: 2.8 ² (0.0 - 5.6) A3: 7.3 \pm 1.0 (6.6 - 8.0)
7 (n=9)	59.7 \pm 4.4 (51.0 - 68.0)	85.4 \pm 6.5 (72.0 - 93.0)	5.9 \pm 2.0 (14.0 - 35.5)	A1: 9.6 \pm 2.6 (5.5 - 13.3) A2: 3.4 \pm 1.9 (0.0 - 5.9) A3: 7.4 \pm 1.7 (5.5 - 10.3)
8 (n=10)	53.0 \pm 4.4 (47.0 - 59.5)	92.7 \pm 14.0 (69.0 - 107.5)	39.7 \pm 11.5 (19.5 - 52.5)	A1: 12.0 \pm 1.7 (8.1 - 13.9) A2: 0.5 ² (0.0 - 5.5) A3: 8.5 \pm 3.1 (4.1 - 14.2)
9 (n=10)	48.4 \pm 7.0 (39.0 - 64.0)	91.8 \pm 16.7 (65.5 - 115.5)	17.9 \pm 5.7 (18.0 - 71.5)	A1: 13.7 \pm 0.4 (13.2 - 14.3) A2: 2.0 ² (0.0 - 7.8) A3: 9.5 \pm 3.9 (5.0 - 14.9)
10 (n=7)	48.4 \pm 4.0 (43.5 - 53.5)	87.4 \pm 11.3 (76.0 - 108.0)	39.0 \pm 9.6 (30.5 - 54.5)	A1: 13.3 \pm 0.9 (12.4 - 14.9) A2: 4.7 \pm 3.9 (0.0 - 10.5) A3: 10.0 \pm 2.8 (6.3 - 13.6)
11 (n=1)	46.5	95.0	48.5	A1: 13.8 ¹ A2: 4.5 ¹ A3: 12.4 ¹

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹ Nur bei einem Tier gemessen, ² Medianwert, da $s > \bar{x}$

Wie bei einer Reticuloperitonitis traumatica zu erwarten, konnten vor allem ventral, kranial und auch lateral des Psalters Verklebungen oder sogar Abszesse gefunden werden. Der Psalter berührte die Bauchwand im 7. Interkostalraum bei 1 Tier, im 8. Interkostalraum bei 5 Tieren und im 9. Interkostalraum bei 3 Tieren (Tab. 20). Die anderen Organe, die dem Psalter benachbart waren, entsprachen weitgehend denjenigen der gesunden Tiere.

Tab. 20 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 10 Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum						
		5	6	7	8	9	10	11
Dorsal	Lunge	1	1	9	8	8	7	0
	Leber	0	1	9	2	10	1	1
Ventral	Haube	1	2	4	0	0	0	0
	Verklebungen	0	0	3	5	1	0	0
	Därme	0	0	0	2	8	4	1
	Labmagen	0	0	1	0	0	0	0
	Hämatom	0	0	1	0	0	0	0
	Abszess	0	0	0	1	0	0	0
Kranial	Haube	0	1	4	0	0	0	0
	Lunge	1	0	0	0	0	0	0
	Abszess	0	0	0	1	0	0	0
	Verklebungen	0	0	3	1	0	0	0
Kaudal	Därme	0	0	0	0	2	0	1
	Leber	0	0	0	0	1	0	0

Fortsetzung Tab. 20

Lage	Organ	Interkostalraum						
		5	6	7	8	9	10	11
Lateral	Leber	0	1	3	0	4	3	0
	Gallenblase	0	0	1	1	1	4	0
	Bauchwand	0	0	1	5	3	0	0
	Netz	0	0	0	1	0	1	0
	Därme	0	0	0	0	3	1	1
	Verklebungen	0	0	2	1	1	1	0
	Labmagen	0	0	0	1	0	0	0
Medial	Haube	0	1	1	0	1	0	0
	Därme	0	0	0	0	1	0	0
	Verklebungen	0	0	0	1	0	0	0

4.3.5. Sonographische Befunde am Psalter von Kühen mit Dünndarmileus

Das sonographische Bild des Psalters entsprach demjenigen von gesunden Kühen. Der Psalter konnte bei 9 Kühen mit Ileus zwischen dem 6. und 10. Interkostalraum dargestellt werden. Bei 5 Kühen wurde er in 4 Interkostalräumen, bei 3 Kühen in 3 Interkostalräumen und bei 1 Kuh in 2 Interkostalräumen gesehen. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und die Abstände des Psalters gehen aus Tab. 21 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Kühen lag der Psalter mit seinem ventralen Rand näher an der Mittellinie des Rückens, da er durch die dilatierten Därme nach dorsal verdrängt wurde. Die Ergebnisse der Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben signifikante Unterschiede zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit Dünndarmileus (Tab. 12). Der Abstand des Psalters war in etwa gleich gross wie bei den gesunden Kühen, wobei er im 8., 9. und 10. Interkostalraum bezüglich des bauchwand nächsten Punktes signifikant grösser

war (Tab. 13). Im Unterschied zu den gesunden Kühen waren die Dünndärme dilatiert und verlagert. Sie konnten bei 1 Kuh im 7. Interkostalraum und bei 6 Kühen im 8. bzw. 9. Interkostalraum ventral des Psalters dargestellt werden (Tab. 22). Auch kaudal und lateral legten sie sich an den Psalter an (Abb. 11). Der Psalter berührte die Bauchwand nur bei 3 Kühen im 8. und 9. Interkostalraum direkt.

Tab. 21 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei 9 Kühen mit Dünndarmileus

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
6 (n=1)	69.0	102.0	33.0	A1: 9.3 ¹ A2: 5.3 ¹ A3: 10.4 ¹
7 (n=8)	62.3 \pm 6.2 (51.0 - 69.5)	85.7 \pm 11.9 (71.0 - 105.0)	23.4 \pm 8.0 (13.5 - 37.5)	A1: 10.0 \pm 2.2 (6.3 - 13.2) A2: 5.3 \pm 1.7 (2.1 - 7.9) A3: 8.5 \pm 3.4 (3.0 - 14.4)
8 (n=9)	53.4 \pm 6.1 (44.0 - 60.5)	87.5 \pm 12.7 (70.5 - 107.0)	34.1 \pm 8.4 (26.5 - 50.5)	A1: 11.0 \pm 1.7 (8.7 - 13.4) A2: 3.8 \pm 2.2 (0.0 - 7.0) A3: 8.0 \pm 3.4 (3.0 - 14.4)
9 (n=8)	48.9 \pm 7.1 (39.0 - 60.0)	79.5 \pm 7.4 (68.0 - 90.0)	30.6 \pm 9.6 (21.0 - 51.0)	A1: 12.1 \pm 1.7 (10.0 - 14.7) A2: 4.7 \pm 3.1 (0.0 - 7.6) A3: 11.4 \pm 3.6 (6.5 - 15.8)
10 (n=5)	43.9 \pm 6.5 (36.0 - 52.0)	72.9 \pm 6.4 (64.0 - 79.5)	29.0 \pm 5.4 (23.5 - 38.0)	A1: 12.8 \pm 1.8 (10.1 - 14.5) A2: 7.9 \pm 3.4 (2.2 - 11.2) A3: 13.0 \pm 0.9 (12.1 - 14.2)

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹ Nur bei einem Tier gemessen

Tab. 21 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 9 Kühen mit Dünndarmileus (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum				
		6	7	8	9	10
Dorsal	Lunge	0	8	7	6	3
	Leber	1	7	8	8	5
Ventral	Haube	1	4	0	0	0
	Därme	0	1	6	6	4
	Labmagen	0	1	1	0	0
	Gallenblase	0	0	0	0	1
Kranial	Lunge	1	1	0	0	0
	Haube	0	5	1	0	0
	Leber	0	1	0	0	0
Kaudal	Därme	0	0	1	3	5
Lateral	Leber	1	7	6	2	2
	Gallenblase	0	0	0	2	3
	Därme	0	2	2	3	1
	Netz	0	0	2	1	1
	Labmagen	0	1	0	0	0
	Bauchwand	0	0	1	2	0
	Verklebungen	0	1	1	0	0
Medial	Haube	0	1	0	0	0
	Därme	0	0	0	1	1

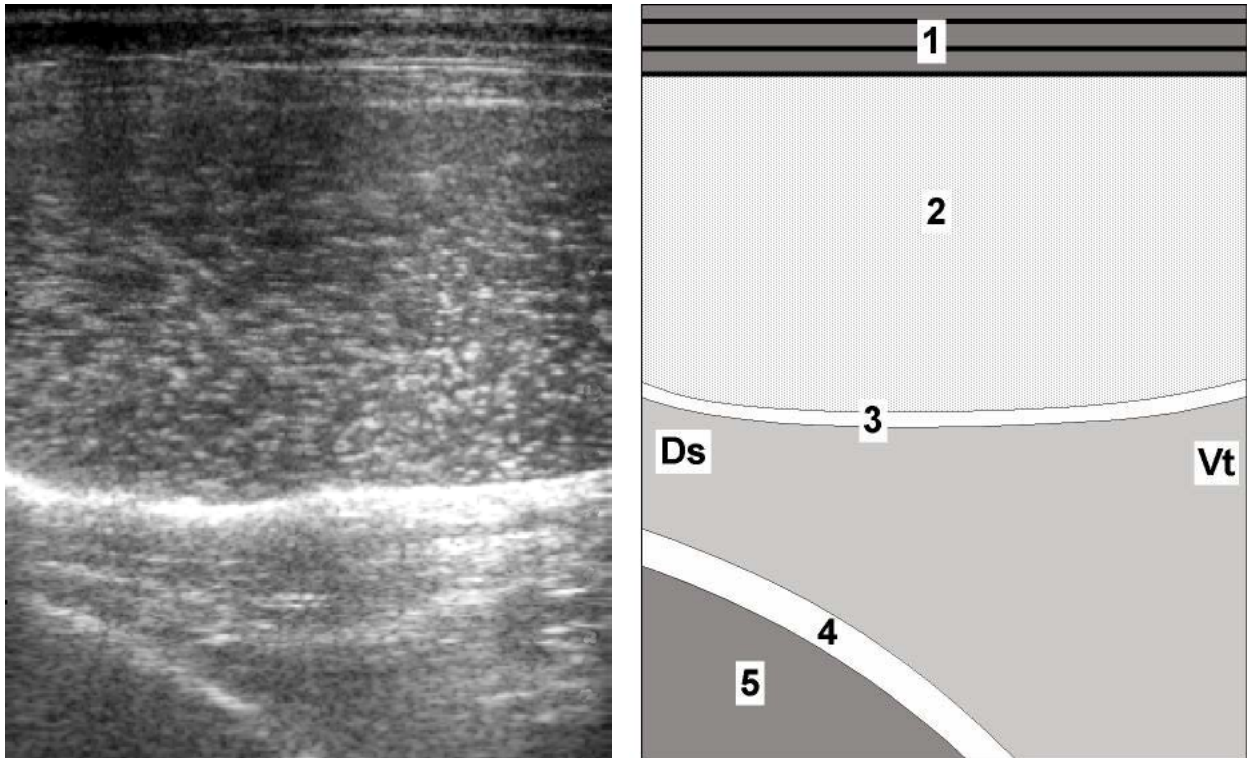


Abb. 11 : Psalter bei einer Kuh mit Obstruktionsileus. 1 Bauchwand, 2 Dilatierter Dünndarm, 3 Darmwand, 4 Psalterwand, 5 Psalter, Ds Dorsal, Vt Ventral

4.3.6. Sonographische Befunde von Kühen mit vorderer funktioneller Stenose

Das sonographische Bild des Psalters entsprach demjenigen von gesunden Kühen. Der Psalter war deutlich an seiner echogenen Wand zu erkennen. Die Blätteransätze konnten in der Psalterwand häufig dargestellt werden. Bezüglich der Motorik wurden bei 3 Kühen Bewegungen des Psalters beobachtet, die nicht synchron mit der Atmung verliefen. Bei einer Kuh konnte gleichzeitig auch die Haube beobachtet werden, welche sich 8 mal in 3 Minuten kontrahierte. Der Psalter konnte bei 8 Tieren mit vorderer funktioneller Stenose zwischen dem 6. und 10. Interkostalraum dargestellt werden. Dabei war er bei je 4 Kühen in 4 bzw. in 3 Interkostalräumen sichtbar. Die dorsale und ventrale Begrenzung sowie die Ausdehnung und die Abstände des Psalters zur Bauchwand gehen aus der Tab. 22 hervor. Im Vergleich zu den gesunden Tieren lag der Psalter weiter dorsal, und er war auch deutlich kleiner als bei den gesunden Kühen, da der Pansen dilatiert war und den Psal-

ter nach dorsal verdrängte. Die Ergebnisse der Messungen in den Interkostalräumen 7 bis 10 ergaben signifikante Unterschiede zwischen den gesunden Kühen und den Kühen mit vorderer funktioneller Stenose. Der ventrale Psalterrand lag in allen Interkostalräumen signifikant weiter dorsal als bei den gesunden Kühen (Tab. 12 und 13). Als Folge der vorderen funktionellen Stenose konnte der Pansen, welcher bei den meisten Tieren bis an die rechte Bauchwand reichte, kaudal und medial des Psalters gefunden werden. Dorsal des Psalters war bei einer Kuh im 6. Interkostalraum ein Abszess sichtbar. Kranial, ventral und lateral wurden bei 3 Kühen Verklebungen gefunden (Tab. 23).

Tab. 22 : Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters und Abstand zur Bauchwand bei 8 Kühen mit vorderer funktioneller Stenose

IKR (n=Anz. Kühe)	Dorsale Psal- tergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Ventrale Psaltergrenze ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Psalter- ausdehnung ($\bar{x} \pm s$ cm) (S cm)	Abstände von der Bauch- wand ($\bar{x} \pm s$ cm), (S cm)
6 (n=2)	57.3 \pm 1.2 (56.5 - 58.0)	70.0 \pm 2.1 (68.5 - 71.5)	12.5 \pm 0.7 (12.0 - 13.0)	A1: 8.5 \pm 4.1 (5.6 - 11.4) A2: 5.8 \pm 5.1 (2.2 - 9.4) A3: 10.2 \pm 5.3 (6.5 - 13.9)
7 (n=6)	52.8 \pm 6.7 (45.0 - 63.0)	68.9 \pm 11.0 (54.5 - 86.0)	16.2 \pm 10.7 (6.0 - 34.0)	A1: 9.5 \pm 2.2 (5.7 - 12.3) A2: 4.0 \pm 2.1 (0.9 - 6.4) A3: 8.0 \pm 3.4 (4.5 - 11.5) ¹
8 (n=8)	48.8 \pm 8.3 (41.0 - 63.5)	72.1 \pm 11.4 (59.5 - 94.0)	23.3 \pm 13.7 (11.0 - 53.0)	A1: 10.4 \pm 1.5 (8.0 - 11.9) A2: 4.0 \pm 2.0 (0.0 - 5.9) A3: 6.5 \pm 1.4 (3.8 - 8.0)
9 (n=7)	44.5 \pm 9.1 (27.5 - 53.0)	73.9 \pm 14.4 (58.5 - 102.0)	29.4 \pm 12.7 (21.5 - 57.0)	A1: 12.7 \pm 1.0 (11.2 - 14.1) A2: 3.6 \pm 1.6 (1.6 - 6.2) A3: 7.9 \pm 2.3 (5.6 - 11.1)
10 (n=4)	43.1 \pm 11.7 (32.0 - 53.5)	64.0 \pm 12.0 (50.0 - 76.5)	20.9 \pm 3.4 (18.0 - 24.5)	A1: 11.4 \pm 2.0 (9.7 - 13.6) A2: 4.4 \pm 2.3 (1.8 - 6.5) A3: 9.5 \pm 2.6 (7.1 - 12.3)

\bar{x} Mittelwert, s Standardabweichung, S Schwankungsbreite, A1 Abstand des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand, A2 Abstand des bauchwandnächsten Punktes zur Bauchwand, A3 Abstand des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand, ¹ Nur bei 5 Tieren gemessen

Tab. 23 : Sonographische Darstellbarkeit der Nachbarorgane des Psalters bei 8 Kühen mit vorderer funktioneller Stenose (Anzahl Kühe)

Lage	Organ	Interkostalraum				
		6	7	8	9	10
Dorsal	Lunge	2	5	6	5	3
	Leber	0	5	7	7	3
	Abszess	1	0	0	0	0
	Gallenblase	0	0	0	0	1
Ventral	Haube	1	4	6	2	1
	Netz	0	0	0	1	0
	Därme	0	0	1	1	1
	Verklebungen	0	1	1	2	0
	Labmagen	0	0	0	1	1
Kranial	Lunge	2	2	0	0	0
	Haube	0	0	1	0	0
	Verklebungen	0	1	0	0	0
Kaudal	Pansen	0	0	1	0	3
	Leber	0	0	0	1	0
	Därme	0	0	0	1	1
Lateral	Leber	2	5	6	3	2
	Gallenblase	0	0	0	1	2
	Därme	0	1	2	1	1
	Netz	0	0	0	1	0
	Labmagen	0	0	0	3	1
	Bauchwand	0	0	1	0	0
	Verklebungen	0	1	1	1	0
Medial	Haube	0	0	1	0	0
	Pansen	0	0	0	4	2
	Labmagen	0	0	1	0	0

4.4. Postmortale Untersuchung am Psalter von gesunden Kühen

Der Psalter zeigte bei 29 Kühen eine ovale bis runde Form, und bei einer Kuh war er L-förmig. Im umliegenden Netz war viel Fett eingelagert. Bei der Palpation fiel auf, dass der Psalter bei 24 Kühen eindrückbar war und bei 6 Kühen prall wirkte. Die Konsistenz des Futters wurde im Bereich des Ostium reticulo-omasicum als faserig und trocken, im Bereich des Ostium omaso-abomasicum als pastös beurteilt. Nachdem der Psalter ausgewaschen war, wurde die Schleimhaut beurteilt. Meist konnte die Mukosa leicht abgezogen werden und war teilweise dunkel verfärbt. Die Anordnung der Blätter im Ziffernschema 1-4-3-4-2-4-3-4-1 (NICKEL et al., 1995) konnte nachvollzogen werden. Die freien Ränder der Blätter waren dicht besiedelt mit vielen kleinen Papillen. Im Bereich der Haubenöffnung waren es grosse, spitze, warzenförmige Papillen, im Bereich der Labmagenöffnung abgerundete und kleinere.

Das Gewicht des Psalters lag zwischen 9.4 und 17.8 kg (13.7 ± 2.4 kg), meistens zwischen 13.6 und 14.4 kg. Zwischen dem Psaltergewicht und der Ausdehnung des Psalters im 9. Interkostalraum bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.55$, $P < 0.05$; Tab. 25), während die Korrelation zwischen dem Lebendgewicht der Kühe und dem Gewicht des Psalters nicht signifikant war ($r = 0.28$, $P > 0.05$). Das Psaltervolumen lag zwischen 11.0 und 20.5 Litern (16.9 ± 2.47 l). Auch zwischen dem Psaltervolumen und der Ausdehnung des Psalters im 9. Interkostalraum bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.45$, $P < 0.05$; Tab. 25). Der grösste Umfang lag zwischen 64 und 108 cm (99.2 ± 8.5 cm), der kleinste zwischen 60 und 104 cm (91.7 ± 9.0 cm). Die daraus berechneten Durchmesser lagen für den grössten Umfang zwischen 20.4 und 34.4 cm (31.6 ± 2.7 cm), und für den kleinsten Umfang zwischen 19.1 und 33.1 cm (29.2 ± 2.9 cm). Zwischen dem kleinsten Durchmesser und der Ausdehnung des Psalters im 9. Interkostalraum bestand eine signifikante Korrelation ($r = 0.40$, $P < 0.05$; Tab. 25), ebenso zwischen dem grössten Durchmesser und der Ausdehnung des Psalters im 9. Interkostalraum ($r = 0.38$, $P < 0.05$; Tab. 25).

Die Konsistenz des Inhalts wurde bei 23 Kühen als pastös und bei 5 Kühen als trocken beurteilt. Bei einer Kuh war der Futterbrei grob und unverdaut, bei einer weiteren Kuh war er wässrig. Der Inhalt roch bei 28 Kühen aromatisch und bei 2 Kühen unangenehm. Der pH-Wert schwankte zwischen 5.0 und 7.0 (6.1 ± 0.7).

Tab. 25 : Korrelationen zwischen der sonographisch gemessenen Ausdehnung in den Interkostalräumen 7 bis 10 und den postmortem erhobenen Parametern

Psalter	Interkostalraum			
	7	8	9	10
Gewicht	r = 0.21 P > 0.05	r = 0.03 P > 0.05	r = 0.55 P < 0.01	r = 0.36 P > 0.05
Volumen	r = 0.07 P > 0.05	r = 0.24 P > 0.05	r = 0.45 P < 0.05	r = 0.34 P > 0.05
Kleinster Durchmesser	r = 0.03 P > 0.05	r = 0.07 P > 0.05	r = 0.40 P < 0.05	r = 0.25 P > 0.05
Grösster Durchmesser	r = 0.12 P > 0.05	r = 0.09 P > 0.05	r = 0.38 P < 0.05	r = 0.27 P > 0.05

4.5. Postmortale Untersuchung am Psalter von Tieren mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts

Bei 7 von 55 Kühen der Tiergruppe 2, die wegen Krankheit euthanasiert bzw. notgeschlachtet werden mussten, wurden pathologisch-anatomische Untersuchungen durchgeführt. Es handelte sich dabei um je eine Kuh mit linksseitiger Labmagenverlagerung, rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion und Reticuloperitonitis traumatica sowie um je zwei Tiere mit Ileus bzw. vorderer funktioneller Stenose. Bei der Kuh mit linksseitiger Labmagenverlagerung wies der Psalter nur wenig trockenen Inhalt auf. Bei der Kuh mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion war die Psalterwand ödematisiert, das Gewicht betrug 8.5 kg, das

Volumen 9.6 l und der Inhalt war übelriechend. Der grösste und der kleinste Durchmesser betrugen 26.7 und 25.7 cm. Bei der Kuh mit Reticuloperitonitis traumatica wichen die Messungen nicht stark von jenen der gesunden Kühe ab. Bei einer Kuh mit Dünndarmileus hatte der Psalter eine herzförmige Gestalt, ein Gewicht von 10.3 kg und ein Volumen von 13.8 l. Bei der zweiten Kuh mit Ileus wies der Psalter ein Gewicht von 8.9 kg und ein Volumen von 11.0 l auf, und der Inhalt war übelriechend. Bei zwei Tieren mit vorderer funktioneller Stenose lag ein kleiner und schlaffer Psalter mit flüssigem Inhalt vor. Beim ersten Tier wog der Psalter nur 3.0 kg und hatte ein Volumen von 3.8 l. Der grösste und der kleinste Durchmesser betrugen 18.0 und 16.0 cm. Der Psalter der zweiten Kuh wog 7.0 kg und wies ein Volumen von 8.8 l auf. Der grösste und kleinste Durchmesser betrugen 25.0 und 22.0 cm (Tab. 26).

Tab. 26 : Gewicht, Volumen und Durchmesser des Psalters von geschlachteten Kühen der Tiergruppe 2

Psalter	Krankheit						
	LLV	RLV	RPT	Ileus 1	Ileus 2	VFS 1	VFS 2
Gewicht (kg)	9.0	8.5	13.7	10.3	8.9	3.0	7.0
Volumen (l)	13.0	9.6	16.8	13.8	11.0	3.8	8.8
Grösster Durchmesser (cm)	97.0	26.7	29.9	29.0	28.0	18.0	25.0
Kleinster Durchmesser (cm)	78.0	25.7	29.9	21.0	24.5	16.0	22.0

LLV Linksseitige Labmagenverlagerung, RLV Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion, RPT Reticuloperitonitis traumatica, VFS Vordere funktionelle Stenose

5. DISKUSSION

5.1. Beurteilung der sonographischen Befunde am Psalter im Wasserbad

Bei den zwei noch mit Futter gefüllten und im Wasserbad sonographisch untersuchten Psaltern waren die Tunica serosa, die Tunica muscularis und die Tunica mucosa mit der Tela submucosa deutlich erkennbar. Die Darstellbarkeit der verschiedenen Wandschichten im Magen-Darm-Trakt wurde beim Menschen detailliert beschrieben (LUTZ et al., 1986; MACHI et al., 1986). Die Autoren waren sich einig, dass die Magenwand aufgrund der Echogenität in fünf verschiedene Schichten eingeteilt werden kann. Eine Zuordnung dieser fünf Echolinien zu den anatomischen Schichten des Magens erschien für einige Autoren sinnvoll (TIO und TYTGAT, 1986; PENNINCK et al., 1989). Andere Autoren waren jedoch der Ansicht, dass die innerste und die äusserste echogene Linie einem Eintritts- und Austrittsecho entsprachen (LUTZ et al., 1986). Somit würde die erste echoarme Schicht im Ultraschall der Mukosa einschliesslich der Muscularis mucosa entsprechen. Die darauffolgende echodichte Schicht würde die Submukosa und die nächste echoarme Schicht die Muscularis propria widerspiegeln. MARTIN et al. (1989) haben das sonographische Erscheinungsbild der Darmwand in vitro mit dem histologischen Aufbau des exakt gleichen Darmabschnitts verglichen. Sie konnten zeigen, dass der sonographisch sichtbare Aufbau der Wandschichten mit dem histologischen übereinstimmte. Das bedeutete, dass sich die Tunica mucosa als echoreiche Schicht darstellte, während die Tela submucosa durch eine dünne echoarme Linie von der Tunica mucosa unterschieden werden konnte. Diesen Erkenntnissen nach zu schliessen entspricht bei der Psaltersonographie im Wasserbad die innere echogene Schicht der Tunica mucosa mit der Tela submucosa.

Der Inhalt und die Blätter konnten bei den nicht ausgewaschenen Psalter nicht dargestellt werden. Erst nachdem diese entleert und mit Wasser gefüllt worden waren, waren die Blätter deutlich als wellenförmige Linien sichtbar. Ähnliche Be-

funde konnten bei Kühen mit Entleerungsstörung infolge einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung mit Torsion erhoben werden.

5.2. Beurteilung der sonographischen Befunde am Psalter gesunder Kühe

Die sonographische Darstellung des Psalters von rechts war immer möglich. In der Medianen konnte der Psalter in einzelnen Fällen auch identifiziert werden. Bei sehr gut genährten Kühen war das sonographische Bild oft schlecht, da die Ultraschallwellen von einer dicken Bauchwand absorbiert und vom eingelagerten Fett zusätzlich reflektiert wurden. Bei älteren Tieren kann auch eine zunehmende Verknöcherung im Schaufelknorpelbereich die Ultraschalluntersuchung behindern (BRAUN, 1997). In diesen Fällen muss speziell vorsichtig untersucht werden, um Falschinterpretationen zu vermeiden. Die Psalterblätter selbst und ebenso der Inhalt konnten bei den gesunden Kühen nie deutlich dargestellt werden. Ansatzweise konnten die Insertionsstellen der Psalterblätter in der Psalterwand erkannt werden. Die Erklärung für die bescheidenen Befunde liegt darin, dass das Futter, wie die spätere pathologisch-anatomische Untersuchung bestätigte, zwischen den Blättern eher trocken und fest war. Ein hoher Flüssigkeitsgehalt hätte mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einer besseren Sichtbarkeit der Blätter geführt.

Um die Motorik des Psalters zu studieren, wurde auf die während den Ultraschalluntersuchungen in jedem einzelnen Interkostalraum angefertigten Videoaufnahmen zurückgegriffen. Es fiel auf, dass der Psalter bei konstant an Ort gehaltener Sonde seine Lage geringfügig änderte. Eine vollständige Kontraktionsbewegung wie bei der Haube konnte jedoch nie beobachtet werden. Da diese Lageveränderungen gleichzeitig mit der Inspiration auftraten, wurde angenommen, dass die Bewegungen des Zwerchfells die Lageveränderungen des Psalters bewirkten. In Röntgenuntersuchungen mittels Bariumsulfat konnte eine Lageveränderung des Psalters beobachtet werden, welche gleichzeitig mit der Haubenkontraktion erfolgte (PHILLIPSON, 1939). Es besteht der Verdacht, dass der Psalter bezüglich seiner Lage von der Kontraktion der Haube beeinflusst wird, da die Kontraktion des

Psalterkanals erst anschliessend an die Haubenkontraktion erfolgt (KASKE, 1999). In anderen Röntgenuntersuchungen mit Kontrastmitteln wurde keine Lageveränderung des Psalters beobachtet (CZEPA und STIGLER, 1926). STEVENS et al. (1960) konnten bei Kühen mit in den Psalter eingeführter Hand keine Verkleinerung oder Gestaltveränderung des Organs feststellen. In Versuchen an Ziegen konnten EHRLEIN und HILL (1968) jedoch mittels Dehnungsmessstreifen und Druckwandlern aufzeigen, dass es zu einer Tonuserhöhung und zu einem Druckanstieg im Inneren des Organs kam. Dies würde bedeuten, dass der Psalter Eigenkontraktionen aufweist, welche aber weder in Röntgenuntersuchungen mittels Kontrastmitteln noch in Ultraschalluntersuchungen festzustellen sind.

5.3. Beurteilung der messbaren Grössen am Psalter gesunder Kühe

5.3.1. Dorsale und ventrale Begrenzung sowie Ausdehnung des Psalters in den einzelnen Interkostalräumen

In den eigenen Untersuchungen konnte der Psalter in den Interkostalräumen 6 bis 11 dargestellt werden. Diese Angaben stimmen mit jenen von NICKEL et al. (1995) überein. Der Psalter war im 6. Interkostalraum jedoch nur bei 3 Tieren und im 11. Interkostalraum nur bei 2 Tieren zu sehen. In den Interkostalräumen 7 und 10 konnte er bei fast allen Tieren und in den Interkostalräumen 8 und 9 bei allen Tieren dargestellt werden. Somit konnte gezeigt werden, dass eine Darstellbarkeit des Psalters sowie die Interpretierbarkeit der Resultate in den Interkostalräumen 7 bis 10 am aussagekräftigsten sind. Um die Lage des Psalters bezüglich seiner dorsoventralen Ausdehnung zu beschreiben, wurden die Messungen der dorsalen und ventralen Psaltergrenze herbeigezogen. Es ist zu erwähnen, dass wegen der Überlappung der Leber mit dem Psalter der dorsalste, im Ultraschall sichtbare Psalterrand nicht zwingend dem anatomisch dorsalsten Psalterrand entsprach. Das gleiche gilt für den ventralsten Psalterpunkt, denn der anatomisch ventralste Punkt lag eventuell nicht mehr im Bereich der Eindringtiefe der Sonde. Im Bereich des 7. bis 10. Interkostalraums lag der dorsale Psalterrand ca. 50 bis 60 cm von der Mittelli-

nie des Rückens entfernt. Mit seinem ventralen Rand reichte er bis an die ventrale Bauchwand oder bis in die Mediane. Die dorsale Psaltergrenze verlief von kranial nach kaudal in Form einer halbkreisförmigen Kurve, deren höchster Punkt im 10. Interkostalraum lag. Diese Kurve widerspiegelte die dorsale Krümmung des ovalen bis fussballförmigen Psalters, auch *Curvatura omasi* genannt (NICKEL et al., 1995). Die ventrale Psaltergrenze verlief als nach ventral geschlossener Halbkreis, wobei dieser im 7. Interkostalraum die kleinste Distanz zur Mittellinie des Rückens aufwies. Im 10. und 11. Interkostalraum wurde der Abstand des ventralen Psalterrandes zur Mittellinie des Rückens wieder kleiner, was vermutlich den runden kaudalen Pol des ovalen Organs widerspiegelte. Auch die Ausdehnung des Psalters in den einzelnen Interkostalräumen reflektierte ein ovales Organ mit der grössten Ausdehnung im 9. Interkostalraum.

5.3.2. Abstand zur Bauchwand

Wie bei einem kugeligen oder ovalen Gebilde zu erwarten, trat der Psalter in den verschiedenen Interkostalräumen unterschiedlich nahe an die Bauchwand heran. Alle Messungen zusammengenommen können eine Vorstellung ergeben, wie der Psalter im Abdomen der Kuh liegt. Der Abstand des dorsalen Psalterrandes von der Bauchwand nahm von kranial nach kaudal zu. Eine Erklärung dafür ist, dass der Psalter zu seinem kaudalen Pol hin immer schmaler wird. Mit seinem bauchwandnächsten Punkt trat der Psalter im 8. und 9. Interkostalraum am nächsten an die Bauchwand heran, wobei er bei 22 Kühen die Bauchwand im 8. und bei 20 Kühen im 9. Interkostalraum direkt berührte. In der Literatur können dazu verschiedene Angaben gefunden werden. Nach ELLENBERGER und BAUM (1943) berührte der Psalter die Bauchwand im 7. bis 9. Interkostalraum nur an einer kleinen Stelle, nach NICKEL et al. (1995) hingegen zwischen dem 6. und 11. Interkostalraum. Mit seinem ventralen Rand entfernte sich der Psalter ebenfalls weiter von der Bauchwand, je weiter nach kaudal gemessen wurde. Die Annahme, dass der Psalter nach kaudal schmaler ist, wird damit bekräftigt.

5.4. Beurteilung der sonographischen Darstellbarkeit der Nachbarorgane im Bereich des Psalters bei gesunden Kühen

Die Darstellbarkeit anderer Organe oder Strukturen im Bereich des Psalters wurde weitgehend von ihrer anatomischen Lage im Abdomen der Kuh bestimmt. So liessen sich die Lunge und/oder die Leber in jedem Interkostalraum als dorsal gelegene Organe darstellen. Ventral des Psalters waren im kranialen Bereich des Abdomens die Haube, im Bereich des 8. und 9. Interkostalraumes der Labmagen und weiter kaudal auch Därme zu sehen. Kranial waren erwartungsgemäss die Haube oder das Zwerchfell bzw. die Lunge zu erkennen. Im Bereich der Medianen war die Abgrenzung zum Pansen manchmal schwierig, da sich die Wand der beiden Organe sonographisch ähnlich darstellte und der Psalter bei einigen Tieren zu tief im Abdomen lag, so dass die Eindringtiefe der Sonde nicht ausreichte, um seine Wand deutlich darzustellen. Gelegentlich wurde die Darstellbarkeit des Psalters auch durch einen sehr guten Nährzustand und die dadurch ausgelöste Absorption und Reflexion der Ultraschallwellen reduziert. Lateral des Psalters waren je nach Interkostalraum und Tier verschiedene Organe zu sehen. Dorsolateral lag am häufigsten die Leber, ventrolateral der Labmagen. Im 10. Interkostalraum waren lateral des Psalters gelegentlich auch Därme zu sehen. Im 8. und 9. Interkostalraum berührte der Psalter bei mehr als der Hälfte der Kühe die Bauchwand. Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit denjenigen in der Literatur überein (SCHÖN, 1953; DIRKSEN, 1990). Nach SCHÖN (1953) liegt der Psalter im Bereich des 7. bis 9. Interkostalraums ventral der Bauchwand direkt an.

5.5. Einfluss der verschiedenen Krankheiten des Magen-Darm-Trakts auf die Lageveränderung des Psalters im Abdomen der Kuh

5.5.1. Linksseitige Labmagenverlagerung

Bei einer linksseitigen Labmagenverlagerung steigt der Labmagen aus seiner ursprünglichen Lage nach links zwischen Pansen und Bauchwand auf. Da er im Bereich des Ostium omaso-abomasicum mit dem Psalter unmittelbar verbunden ist,

ist auch der Psalter von der Verlagerung betroffen und wird an seinem kaudalen Pol nach links und ventral gezogen. Sonographisch äusserte sich dies darin, dass der Psalter im Vergleich zu den gesunden Kühen mehr ventral und bei der Hälfte der Kühe sogar über der Mediane darstellbar war. Bei der Mehrzahl der Tiere trat der Psalter nur in 3 aufeinanderfolgenden Interkostalräumen auf und war dabei bei allen Tieren im 7. Interkostalraum zu sehen. Die dorsoventrale Ausdehnung des Psalters war hier signifikant grösser als bei den gesunden Tieren. Bei 4 Kühen lag der Psalter sogar ventral der Haube, weil er nicht nur nach links und ventral mitgezogen wurde, sondern auch weil er während der Verlagerung die Haube nach dorsal verdrängte. Eine analoge Beschreibung findet sich auch in der Literatur (WILKENS und DIRKSEN, 1964; DIRKSEN, 2002). So wurden die Bauchhöhlenorgane bei einem stehenden und in Formalin fixierten Rind mit linksseitiger Labmagenverlagerung beurteilt. Dabei zeigte es sich, dass der Psalter unter gleichzeitiger Verdrängung der Haube nach dorsal den Raum ventral des Schleudermagens einnahm, und dass dabei seine grosse dorsale Krümmung nach rechts zu den Rippenknorpeln zu liegen gekommen war. Dieser Aussage zufolge würde man erwarten, dass die Abstände zur Bauchwand im Bereich des dorsalen Psalterrandes kleiner würden. In den eigenen Untersuchungen waren diese aber ähnlich wie bei den gesunden Tieren. Die Abstände des ventralen Randes waren jedoch kleiner, was damit erklärt werden kann, dass der Psalter weiter ventral und näher an der Bauchwand lag. Bei 2 Kühen war der Pansen ventral des Psalters darstellbar, was vermutlich dadurch zustande kam, dass der verlagerte Labmagen den Pansen nach rechts verdrängte und dieser so unterhalb des Psalters zu liegen kam. Bei 2 Kühen konnte der Labmagen trotz seiner Verlagerung nach links zwischen der rechten Bauchwand und dem Psalter dargestellt werden. Dabei war er bei beiden Tieren im 7. Interkostalraum und bei einem Tier zusätzlich im 8., 9. und 10. Interkostalraum sichtbar. Die zuletzt genannte Kuh zeigte in der Operation einen extrem grossen und dilatierten Labmagen, welcher bereits mit der linken Bauchwand verklebt war. In allen anderen Fällen war es nicht möglich, den nach links verlagerten

Labmagen an der rechten Bauchwand darzustellen. Der Psalterinhalt konnte, wie auch bei den gesunden Kühen, in keinem Fall sonographisch dargestellt werden. Bei Kühen mit linksseitiger Labmagenverlagerung könnte die Erklärung dafür darin bestehen, dass der gesamte Inhalt des Psalters aufgrund der Labmagenverlagerung nicht mehr weitertransportiert und deshalb zwischen die Blätter gepresst wird (WILKENS und DIRKSEN, 1964).

5.5.2. Rechtsseitige Labmagenverlagerung ohne Torsion

Bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung ohne Torsion verlagert sich der Labmagen nach rechts der Bauchwand entlang nach dorsal. Da der Labmagen mit dem Psalter verbunden ist, ist auch dieser von der Verlagerung betroffen und wird durch den aufgegastrten und dilatierten Labmagen nach ventral gedrückt. Sonographisch äusserte sich dies darin, dass der Psalter mehr ventral im Abdomen aufgefunden wurde und die dorsoventrale Ausdehnung kleiner war als bei den gesunden Kühen. Eine Erklärung dafür könnte sein, dass der Psalter durch Zug an seinem kaudalen Pol in seiner Längsachse vergrössert bzw. mitgezogen und deshalb schmaler wird. Ebenfalls möglich wäre, dass der dilatierte und dorsal des Psalters liegende Labmagen den anatomisch dorsalsten Psalterrand verdeckt, so dass dieser sonographisch nicht dargestellt werden kann. In einer Videodokumentation über die Labmagenverlagerung beim Rind (DESROCHERS und HARVEY, 2002) konnte diese Annahme bildlich bestätigt werden. WILKENS und DIRKSEN (1964) erklärten einschränkend, dass bei Eröffnung des Peritonealraums die Bauchorgane verschoben würden und die dabei palpatorisch festgestellten Befunde nicht exakt mit den anatomischen Gegebenheiten übereinstimmten. Es ist also schwierig, unsere Vermutungen in einer Laparotomie direkt zu bestätigen. Die Abstände des bauchwandnächsten Psalterpunktes zur Bauchwand waren, verglichen mit den Werten der gesunden Tiere, grösser. Dies lag vermutlich daran, dass der verlagerte Labmagen den Psalter nach medial drückte und den Platz lateral des Psalters einnahm. Dadurch kam der Psalter weiter von der Bauchwand entfernt zu

liegen. Auch das Netz, das bei der Verlagerung mitgezogen wird, konnte zwischen Bauchwand und Psalter dargestellt werden. Die Abstände des dorsalen Psalterrandes zur Bauchwand waren kleiner als bei den gesunden Tieren, wobei signifikante Unterschiede nur im 8. und 10. Interkostalraum auftraten. Der Psalter kam wahrscheinlich durch eine geringe Drehung in Richtung Bauchwand mit seinem dorsalen Rand näher an diese zu liegen als bei den gesunden Tieren. Der Inhalt des Psalters sowie die Blätter waren nur bei einem Tier deutlich erkennbar, bei welchem die Ingesta wahrscheinlich mit viel Flüssigkeit durchtränkt war. Ansonsten liess sich der Psalter sonographisch wie bei den gesunden Tieren darstellen. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die sonographischen Befunde sehr vom Ausmass der Dilatation und der Verlagerung des Labmagens abhängig waren und dass aufgrund der vorliegenden Ergebnisse keine Richtwerte festgelegt werden können.

5.5.3. Rechtsseitige Labmagenverlagerung mit Torsion

Bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung mit Torsion verlagert sich der Labmagen nach rechts dorsal und erfährt dabei eine Drehung um die Längsachse. Da der Labmagen mit dem Psalter unmittelbar verbunden ist, wird auch der Psalter oft in eine Torsion einbezogen. Sonographisch äusserte sich dies darin, dass der Psalter durch den Zug und die Torsion nach ventral gezogen wurde. Er wurde dabei am häufigsten im 8. und 9. Interkostalraum gesehen. Weiter kaudal lag der verlagerte und torsierte Labmagen zwischen Bauchwand und Psalter, so dass der Psalter sonographisch im 10. Interkostalraum nur bei 4 und im 11. Interkostalraum nur bei 2 von 10 Fällen dargestellt werden konnte. Die dorsale Psaltergrenze lag in den Interkostalräumen 8 bis 10 signifikant weiter ventral als bei den gesunden Kühen. Nach WALLACE (1989) kommt der Psalter bei einer Torsion von Labmagen und Psalter auf den Boden der Bauchhöhle zu liegen. In den eigenen Untersuchungen war dies nur bei 2 von 10 Kühen der Fall. Die Abstände des ventralen Psalterrandes zur Bauchwand waren aber insgesamt kleiner als bei den gesun-

den Kühen, was vermuten lässt, dass der Psalter näher an die ventrale Bauchwand zu liegen kommt als bei den gesunden. Das Duodenum, welches sich bei einer Torsion des Labmagens um das Ostium omaso-abomasicum schlingt (KÜMPER, 1995), konnte bei einigen Tieren ventral, kaudal und lateral des Psalters dargestellt werden.

Die dorsoventrale Ausdehnung des Psalters im Bereich des 9. und 10. Interkostalraums war signifikant kleiner als bei den gesunden Tieren. ESPERSEN (1961) beschrieb die Lageveränderung des Psalters, der Leber und des grossen Netzes bei rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion. In den dazu aufgeführten Skizzen waren die Lageveränderung des Psalters und seine Abflachung ersichtlich. Eine Ursache lag sicherlich darin, dass der Psalter in die Torsion miteinbezogen wurde und deshalb seine laterale Fläche während der Linksdrehung nach dorsal zu liegen kam (KÜMPER, 1995). Da der Psalter ein ovales Organ darstellt, war die nach der Torsion sonographisch darstellbare Ausdehnung kleiner. WALLACE (1989) beschrieb in seinen Untersuchungen über verschiedene Fälle von rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion, dass der Psalter vergrössert oder ausgedehnt gewesen wäre. Diese Feststellung konnte in den eigenen Untersuchungen nicht bestätigt werden. Die Darstellbarkeit der Psalterblätter war bei 4 Tieren möglich. Da es zu einer starken Flüssigkeitsansammlung im Labmagen kommt (ESPERSEN, 1961), welche dann durch die Torsion nicht mehr nach kaudal fließen kann, strömt der Labmageninhalt wieder zurück in den Pansen. Somit kommt es auch im Psalter zu vermehrter Flüssigkeitsansammlung (SMITH, 1987), und die Blätter werden besser sichtbar. In den eigenen Untersuchungen wurde aufgrund des sonographischen Bildes bei 7 Kühen eine Torsion des Labmagens und Psalters vermutet. Bei 5 Kühen wirkte der Labmagen, als würde er sich um den Psalter schlingen, was bei einer Torsion der Fall ist. Zusätzlich konnten bei 4 dieser Tiere die Blätter des Psalters so deutlich dargestellt werden, dass eine Abflussstörung im Bereich des Pylorus mit abomasalem Reflux angenommen wurde. Bei

2 Kühen wurde der Verdacht auf eine Torsion gestellt, da der Psalter weit nach kaudal gezogen wurde und deutlich ventraler lag als bei den gesunden Kühen. Aufgrund verschiedener Autoren kann erst im Rahmen einer Laparotomie sicher zwischen einer Labmagenverlagerung mit und ohne Torsion unterschieden werden (ESPERSEN, 1961; WALLACE, 1989; KÜMPER, 1995). KÜMPER (1995) erwähnte deshalb die Ultraschalluntersuchung als weiterführende Massnahme zur besseren Differenzierung und prognostischen Bewertung der rechtsseitigen Labmagenverlagerung. Aufgrund der Ergebnisse in den eigenen Untersuchungen kann sonographisch ein Hinweis auf eine Torsion erhalten werden. Das Ausmass der Torsion und der Veränderungen können aber erst im Rahmen einer Laparotomie beurteilt werden.

5.5.4. Reticuloperitonitis traumatica

Bei einer Reticuloperitonitis traumatica kommt es durch den steckenden Fremdkörper zu einer Entzündungsreaktion im Bereich der Haube. Sonographisch äusserte sich dies im Vorhandensein von Flüssigkeit und Verklebungen oder Abszessen, welche auch den Psalter erfassen konnten. Die Lage und die Form des Psalters wurden dadurch bei unseren Fällen nicht beeinträchtigt. Die dorsale und ventrale Psalterbegrenzung und der Abstand des Psalters zur Bauchwand unterschieden sich nicht signifikant von denen der gesunden Kühe.

5.5.5. Dünndarmileus

Bei Kühen mit Dünndarmileus kommt es zu einer Passagebehinderung der Ingesta, wodurch die kranial des betroffenen Darmabschnitts gelegenen Därme gestaut und die kaudal des betroffenen Darmabschnitts gelegenen Därme leer sind. Der Psalter wird durch die gestauten Därme aus seiner ursprünglichen Lage verdrängt. Sonographisch äusserte sich dies darin, dass der Psalter nach dorsal verdrängt wurde und weiter weg von der Bauchwand zu liegen kam als bei den gesunden Kühen. Dies deshalb, weil die gestauten Därme nicht nur kaudal, sondern

auch ventral und lateral des Psalters zu liegen kamen. Eine Dilatation des Psalters konnte jedoch nicht festgestellt werden, obschon eine solche bei aufgehobener Futterbreipassage eigentlich zu erwarten gewesen wäre. Vermutlich waren die Kühe zu wenig lang krank, so dass ein Rückstau des Futters sonographisch noch nicht erkannt werden konnte.

5.5.6. Vordere funktionelle Stenose

Bei einer vorderen funktionellen Stenose liegt eine Störung des Ingestatransportes aus der Haube in den Psalter und den Labmagen vor. Dadurch kommt es zur Ansammlung der Ingesta im Pansen, währenddem der Psalter und der Labmagen leer werden. Sonographisch äusserte sich dies darin, dass der Psalter nicht nur weiter dorsal lag, sondern dass er insgesamt kleiner war als bei den gesunden Kühen. Der ventrale Psalterrand lag näher bei der Mittellinie des Rückens, da der sehr grosse Pansen den Psalter aus seiner ursprünglichen Lage verdrängt hatte. Der Pansen war von der rechten Seite her deutlich darstellbar. Neben dem sonographischen Befund konnte bei der rektalen Untersuchung ein L-förmiger Pansen palpirt werden, der weit nach rechts reichte. Die Befunde stimmen mit denen in der Literatur (HOFLUND, 1940; GARRY, 1996) überein, wonach bei vorderer funktioneller Stenose eine Erweiterung des Retikulorumens erfolgte, während Psalter und Labmagen eher leer blieben. LAGERLÖF (1936) stellte fest, dass das Perkussionsfeld des Psalters bei Kühen mit vorderer funktioneller Stenose kleiner war und sich weiter dorsal befand. Neben dieser Verkleinerung des Psalters konnte bei 3 von 8 Kühen eine deutliche Bewegung des Psalters beobachtet werden, die nicht synchron mit der Atmung verlief. Diese Bewegungen waren nicht mit den Kontraktionen der Haube zu vergleichen. Es wirkte eher, als würde der Psalter passiv aus seiner Lage gezogen. Ob dies durch eine Hypermotorik der Haube bedingt war, die dann den Psalter mit sich zog, oder ob der Psalter selbst versuchte, das Futter von der Haube anzusaugen, konnte nicht belegt werden. Nach BOST (1970) kommt es bei Überladung des Retikulorumens im Fall einer vorderen funktionel-

len Stenose zu einer Reduktion der Kontraktionen des Psalters. Demnach wäre es erstaunlich, wenn die sichtbaren Bewegungen vom Psalter selbst ausgehen würden.

5.6. Postmortale Untersuchung der Psalter von gesunden Kühen

Im Rahmen der Eröffnung der Bauchhöhle bei einer Laparotomie werden die anatomischen Verhältnisse leicht verändert (WILKENS und DIRKSEN, 1964). Für die pathologisch-anatomische Untersuchung des Psalters musste dieser zusätzlich von den anderen Vormägen abgetrennt und auf einen Tisch gelegt werden. Dabei kamen die beiden Öffnungen nach dorsal zu liegen, damit der Inhalt im Psalter blieb. Der Psalter stellte sich als eher weiches, elastisches Organ dar, welches seine ursprüngliche Form nicht beibehielt. Es konnte auch nicht ausgeschlossen werden, dass bei der Schlachtung Futter aus dem Psalter in den Pansen oder in den Labmagen gelangte bzw. umgekehrt von diesen Organen in den Psalter, so dass auch der Füllungszustand evtl. nicht genau mit demjenigen des lebenden Tieres übereinstimmte. Die Ingesta zwischen den Blättern am Psalterboden und im Bereich der Haubenöffnung war trockener und mit gröberen Futterpartikeln durchmischt als im Bereich der Labmagenöffnung, was mit Angaben in der Literatur übereinstimmt (ELLENBERGER, 1881). Die Gewichtswerte des vollen Psalters reichten von 9.4 bis 17.8 kg. In der Literatur finden sich Angaben des vollen Psalters von 4.0 bis 20.0 kg (BEHREND, 1935) und von 3.5 bis 18.0 kg (SCHÖN, 1953). Im Vergleich der Psaltergewichte mit den Lebendgewichten der Tiere war keine Korrelation zwischen den schwereren und den leichteren Kühen ersichtlich, was mit den Angaben von SCHÖN (1953) übereinstimmte. Zwischen dem Psaltergewicht und der sonographisch gemessenen Ausdehnung des Psalters zeigte sich nur im 9. Interkostalraum eine Korrelation. Die Messungen des Psaltervolumens entsprachen den Resultaten aus der Literatur mit 10.0 bis 18.0 Litern (AUERNHEIMER, 1909). Es bestand auch hier eine Korrelation mit der Ausdehnung des Psalters im 9. Interkostalraum. Auch die beiden Umfänge bzw. die ent-

sprechenden Durchmesser wiesen eine Korrelation mit der Psalterausdehnung im 9. Interkostalraum auf. Anhand der sonographisch ermittelten Ausdehnung im 9. Interkostalraum können beim Einzeltier, da die Korrelationskoeffizienten zwar signifikant, aber relativ klein sind, nur grobe Rückschlüsse auf das Gewicht, das Volumen und die beiden Durchmesser des Psalters gezogen werden.

5.7. Möglichkeiten und Grenzen sowie Bedeutung der sonographischen Untersuchung des Psalters in der Diagnostik von verschiedenen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts

Die sonographische Untersuchung kann als eine wertvolle diagnostische Möglichkeit zur Beurteilung des Psalters angesehen werden. Sie erlaubt Aussagen über die Beschaffenheit der Psalterwand und eventuell der Psalterblätter, über die Lage des Organs im Abdomen der Kuh und über die Beziehung zu seinen Nachbarorganen. Auch eine Lageänderung oder eine Verkleinerung oder eine Vergrößerung des Psalters aufgrund pathologischer Zustände im Abdomen können erkannt werden. Hierzu müssen die Angaben über die Lage des gesunden Psalters bekannt sein. Diese wurden hier erarbeitet.

Bei starker Verlagerung des Psalters nach ventral oder gar über die Mediane nach links kann von einer linksseitigen Labmagenverlagerung ausgegangen werden. Diese Annahme konnte bei 4 Kühen anhand der Darstellbarkeit der Haube dorsal des Psalters bestätigt werden. Der nach rechts verlagerte Labmagen konnte in jedem Fall in der sonographischen Untersuchung von rechts dargestellt werden. Die sonographische Untersuchung des Psalters konnte dabei zur Unterscheidung einer Verlagerung mit oder ohne Torsion des Labmagens beigezogen werden, da der Psalter praktisch immer in die Torsion miteinbezogen wurde. Einerseits war der Psalter dann in seiner Ausdehnung kleiner und lag direkt an der ventralen Bauchwand oder sehr nahe an dieser. Andererseits konnten die Psalterblätter sehr deutlich dargestellt werden. In manchen Fällen, in denen der Labmagen kaudal, dorsal und lateral des Psalters dargestellt werden konnte, wurde eine Torsion nur vermu-

tet. Diese Befunde sprachen aber nicht nur für eine Torsion, denn bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung ohne Torsion konnte der Labmagen ebenso kaudal, dorsal und lateral des Psalters dargestellt werden. Bei dieser Erkrankung konnten die Psalterblätter aber nicht gesehen werden, und der Psalter lag der ventralen Bauchwand nicht direkt an. Eher wurde er bei einer rechtsseitigen Labmagenverlagerung von der Bauchwand verdrängt. Hinweise auf eine Reticuloperitonitis traumatica gaben nicht die Lage und Grösse des Psalters, sondern eher die sichtbaren Verklebungen und/oder eine verminderte Haubenmotorik. Auch bei einem Dünndarmileus war die Sonographie der gestauten Därme ein grösserer Hinweis auf diese Erkrankung als die sonographischen Befunde am Psalter. Eine Verlagerung des Psalters nach dorsal und eine Verkleinerung desselben gaben einen deutlichen Hinweis auf das Vorliegen einer vorderen funktionellen Stenose. Zusätzlich traten bei ca. einem Drittel der Tiere sonographisch darstellbare Bewegungen des Psalters auf, welche bei sonst keiner Erkrankung sichtbar waren. Auch am Psalter der gesunden Tiere konnten keine Kontraktionen oder Bewegungen beobachtet werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Das Hauptziel dieser Arbeit war, das normale sonographische Erscheinungsbild des Pсалters, seine Lage im Abdomen und die Lagebeziehung zu seinen Nachbarorganen bei gesunden Kцhen zu beschreiben. Darцber hinaus sollten die sonographischen Befunde bei Kцhen mit verschiedenen Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts beschrieben werden.

Fцr die Erhebung der Normalbefunde wurden 30 gesunde Schlachtkцhe von der rechten Seite mit einer 3.5 MHz-Linearsonde sonographisch untersucht. Wцhrend der Untersuchung wurde auf die Darstellbarkeit der Pсалterwand und der Pсалterblцtter sowie auf die Motorik geachtet. Zusцtzlich wurde die Lagebeziehung zu den Nachbarorganen beschrieben. Nach diesen Untersuchungen wurden die Tiere geschlachtet und die Vormцgen, insbesondere der Pсалter, pathologisch-anatomisch untersucht. Die Ergebnisse aus der Sektion wurden mit der sonographisch ermittelten Ausdehnung des Pсалters verglichen. Die Pсалterwand stellte sich sonographisch als echogene Linie dar. Der Inhalt wie auch die Blцtter waren nicht zu erkennen. Pсалterkontraktionen konnten nicht beobachtet werden. Der Pсалter wurde von der Bewegung des Zwerchfells beeinflusst und цnderte seine Lage nur wenig. Der Pсалter liess sich vom 6. bis 11. Interkostalraum darstellen. Dabei war er bei 20 von 30 Kцhen im Bereich des 7. bis 10. Interkostalraums sichtbar. Seine Ausdehnung lag zwischen durchschnittlich 16.3 und 56.9 cm. Dorsal des Pсалters waren vor allem die Lunge und die Leber zu sehen, ventral die Haube, der Labmagen und weiter kaudal auch die Dцrme. Die Haube oder die Lunge berцhrten den Pсалter kranial. Lateral des Pсалters konnten die Leber, der Labmagen oder auch Dцrme dargestellt werden. Der Pсалter berцhrte die Bauchwand im 8. Interkostalraum bei 22 und im 9. Interkostalraum bei 20 Kцhen.

Die Befunde bei Kцhen mit Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts wurden an 55 Kцhen erhoben. Bei 10 Kцhen mit linksseitiger Labmagenverlagerung lag der Pсалter mehr ventral und bei der Hцlfte der Tiere цber der Mediane nach links. Die

Haube wurde bei 4 Tieren aus ihrer ursprünglichen Lage verdrängt und konnte dorsal des Psalters dargestellt werden. Bei 8 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung ohne Torsion lag der Psalter ebenfalls mehr ventral. Seine Ausdehnung war kleiner als bei den gesunden Kühen, und er lag weiter von der Bauchwand entfernt. Auch bei 10 Kühen mit rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit Torsion lag der Psalter mehr ventral als bei den gesunden Tieren, und die Psalterblätter waren deutlich sichtbar. Die Untersuchungen bei 10 Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica ergaben gegenüber den gesunden Kühen keine Unterschiede. Bei 9 Kühen mit Dünndarmileus lag der Psalter näher bei der Mittellinie des Rückens als bei den gesunden Kühen. Eine Dilatation des Psalters als Folge eines ileusbedingten Rückstaus konnte jedoch nicht festgestellt werden. Bei 8 Kühen mit vorderer funktioneller Stenose lag der Psalter nicht nur weiter dorsal, sondern er war auch kleiner als bei den gesunden Kühen.

7. SUMMARY

It was the objective of this study to describe the normal ultrasonographic appearance of the omasum, its position in the abdomen of the cow and its relation to the neighbouring organs. In addition the ultrasonographic findings in cows with different diseases of the gastrointestinal tract were described.

30 healthy cows for slaughter were examined sonographically with a 3.5 MHz linear transducer from the right to establish normal values. During the examination attention was paid to the representation of the wall and the leaves of the omasum as well as to its motor activity. Additionally, its position in regard to its neighbouring organs was described. The animals were slaughtered after these examinations and the forestomachs, especially the omasum, were examined pathological-anatomically. The pathological results were compared with the extension of the omasum found during the ultrasonography. The wall of the omasum represented itself as an echogenic line. The contents and the leaves were not visible. Contractions of the omasum could not be observed. The omasum was influenced by the movements of the diaphragm and changed its position only a little. The omasum was seen between the 6th and 11th intercostal space. Besides, it was seen in 20 of 30 cows between the 7th and 10th intercostal space. Its extension averaged between 16.3 and 56.9 cm. The lungs and the liver were seen dorsally, the abomasum ventrally and the intestines more caudally of the omasum. The reticulum or the lungs touched the omasum cranially. The liver, the abomasum or the intestines could be displayed laterally of the omasum. The omasum itself touched the abdominal wall in the 8th intercostal space in 22 cows and in the 9th intercostal space in 20 cows.

The results of cows with gastrointestinal diseases were ascertained in 55 animals. In 10 cows with a displacement of the abomasum to the left the omasum was more ventrally and in half of the cows also above the median line to the left. In 4 cows the reticulum was displaced and was seen dorsally of the omasum. In 8 cows with a displacement of the abomasum to the right without torsion the omasum was also

more ventrally. Its extension was smaller than in healthy cows and in greater distance to the abdominal wall. In 10 cows with a displacement of the abomasum to the right with torsion the omasum was also more ventrally than in healthy cows. And the omasal leaves could be seen very clearly. There were no differences in the examination results of 10 cows with traumatic reticuloperitonitis compared to those of healthy cows. In 9 cows with intestinal occlusion the omasum was closer to the middle line of the back than in healthy cows. A dilatation of the omasum as a result of an ileus-caused accumulation was not seen. In 8 cows with anterior functional stenosis the omasum was not only more dorsally but also smaller than in healthy cows.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ÄHNELT, E. (1952): Zur Psalteratonie des Rindes. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 59, 49-52.

ALBERT, T. F. and D. B. RAMEY (1965): Bovine omasal impaction. J. Am. Vet. Med. Ass. 147, 617-619.

ALTMAN, D. G. (1991): Practical Statistics for Medical Research. 1st ed. Chapman & Hall, London.

ANDERSON, D. E. and E. M. GAUGHAN (1993): Normal laparoscopic anatomy of the bovine abdomen. Am. J. Vet. Res. 54, 1170-1175.

ASAI, T. (1975): Transfer of ingesta in the omasum of calves. Jap. J. Vet. Sci. 37, 609-613.

AUERNHEIMER, O. (1909): Grössen- und Formveränderungen der Baueingeweide der Wiederkäuer nach der Geburt bis zum erwachsenen Zustand. Dissertation, Universität Zürich.

BALCH, C. C., A. KELLY and G. HEIM (1951): Factors affecting the utilization of food by dairy cows. 4. The action of the reticulo-omasal orifice. Brit. J. Nutrit. 5, 207-216.

BEHREND, C. (1935): Untersuchungen über das Gewicht, die Grösse und den Inhalt des Psalters von Schlachtkühen. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

BOST, J. (1970): Omasal physiology. In: Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, England, 52-56.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey Buchverlag, Berlin.

BRAUN, U., M. FLÜCKIGER and F. NÄGELI (1993): Radiography as an aid in the diagnosis of traumatic reticuloperitonitis in cattle. Vet. Rec. 132, 103-109.

BRAUN, U. and M. GÖTZ (1994): Ultrasonography of the reticulum in cows. Am. J. Vet. Res. 55, 325-332.

BREE, H. V., G. KELCH and S. THIELE (1996): Minimal-invasive Chirurgie beim Kleintier. Fischer Verlag, Jena.

BROWNLEE, A. and J. ELLIOT (1960): Studies on the normal and abnormal structure and function of the omasum of domestic cattle. Brit. Vet. J. 116, 467-473.

BRUNAUD, M. et M. DUSSARDIER (1953): Etudes sur la motricité des estomacs des ruminants. II. Feuillet et caillette. Rec. Méd. Vét. 129, 273-286.

CZEPA, A. und R. STIGLER (1926): Der Wiederkäuermagen im Röntgenbild. I. Mitteilung. Pflüger's Arch. Ges. Physiol. 212, 300-356.

DESROCHERS, A. et HARVEY, D. (2002): Chirurgies de la caillette chez les bovins. Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal. Montréal. CD-ROM.

DIETZ, O. und K. ARCULARIUS (1956): Ein weiterer Beitrag zur Psalter-Atonie des Rindes. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 69, 483-485.

DIRKSEN, G. (1990): Verdauungstrakt. In: Die klinische Untersuchung des Rindes. G. Rosenberger. 3. Auflage. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 288-400.

DIRKSEN, G. (2002): Krankheiten des Psalters. In: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. G. Dirksen, H. D. Gründer und M. Stöber. 4. Auflage. Parey Buchverlag, 469-473.

DUKES, H. H. and J. SAMPSON (1937): Gastro-intestinal motility in the ruminant. Cornell Vet. 24, 139-149.

EDRISE, B. M., R. H. SMITH and D. HEWITT (1986): Exchanges of water and certain water-soluble minerals during passage of digesta through the stomach compartments of young ruminating bovines. Brit. J. Nutrit. 55, 157-167.

EHRLEIN, H. J. und H. HILL (1968): Motorik und Nahrungstransport des Psalters (Omasum) der Ziege. Zbl. Vet. Med. A 16, 573-596.

ELLENBERGER, E. (1881): Zur Anatomie und Physiologie des dritten Magens der Wiederkäuer. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde 7, 17-58.

ELLENBERGER, E. und H. BAUM (1943): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Springer Verlag, Berlin.

ESPERSEN, G. (1961): Die rechtsseitige Labmagenerweiterung und -verlagerung beim Rind. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 68, 2-7.

FAVILLI, N. (1937): Struktur und Tätigkeit des dritten Magens (Blättermagen oder Psalter) bei den Hauswiederkäuern. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 37, 592-594.

GARRY, F. B. (1996): Indigestion in ruminants. In: Large Animal Internal Medicine. B. P. SMITH. 2nd ed. Mosby, St. Louis, 824-856.

HOFLUND, S. (1940): Untersuchungen über Störungen in den Funktionen des Wiederkäuermagens durch Schädigung des Nervus vagus verursacht. Svensk. Vet. Tidskr. 45, Suppl.

HOLTENIUS, K. and G. BJOERNHAG (1989): The significance of water absorption and fibre digestion in the omasum of sheep, goats and cattle. Comp. Biochem. Physiol. 94 A, 105-109.

KASKE, M. (1999): Vormagenmotorik und Ingestapassage. In: Physiologie der Haustiere. W. Von Engelhardt und G. Breves. Enke, Stuttgart, 333-344.

KÖNIG, M., S. FRANZ, J. GASTEINER und W. BAUMGARTNER (1999a): Laparoskopie beim Rind. 2. Mitteilung: Laparoskopie in der Fossa paralumbalis. Wien. Tierärztl. Mschr. 87, 105-110.

KÖNIG, M., S. FRANZ, J. GASTEINER und W. BAUMGARTNER (1999b): Laparoskopie beim Rind. 3. Mitteilung: Indikationen und pathologische Befunde. Wien. Tierärztl. Mschr. 87, 163-172.

KÜMPER, H. (1995): Die rechtsseitige Labmagenverlagerung des Rindes. 1. Teil: Entstehungsweise, klinischer Verlauf und Prognose. Tierärztl. Prax. 23, 351-359.

KÜMPER, H. (1995): Die rechtsseitige Labmagenverlagerung des Rindes. 2. Teil: Neuere Erkenntnisse zur operativen Behandlung. Tierärztl. Prax. 23, 437-442.

LAGERLÖF, N. (1930): Untersuchungen über die Topografie der Bauchorgane beim Rinde und einige klinische Beobachtungen und Bemerkungen im Zusammenhang damit. Fischer Verlag, Jena.

LEEK, B. F. (1993): Digestion, absorption and metabolism. In: Duke's Physiology of Domestic Animals. M. J. Swenson, and W. O. Reece. 11th ed. Cornell University, New York, 387-416.

LUTZ, H., U. BAUER und M. STOLTE (1986): Ultraschalldiagnostik der Magenwand, experimenteller Untersuch. Ultraschall 7, 255-259.

MACHI, J., J. TAKEDA, B. SIGEL and T. KAKEGAWA (1986): Normal stomach wall and gastric cancer: Evaluation with high-resolution operative US. Radiology 159, 85-87.

MARTIN, R. W., F. E. SILVERSTEIN and M. B. KIMMEY (1989): A 20-MHz ultrasound system for imaging the intestinal wall. Ultrasound Med Biol. 15, 273-280.

McSWEENEY, C. S. (1988): A comparative study of the anatomy of the omasum in domesticated ruminants. Austr. Vet. J. 65, 205-207.

MEZRICKY, K. (1930): Ein Beitrag zur Diagnose und Therapie der primären Psalteratonie. Prager Arch. Tiermed. 10 A, 15-18.

NÄGELI, F. (1991): Die Röntgendiagnostik bei der Reticuloperitonitis traumatica des Rindes: Technik, Befunde, Interpretation und diagnostische Bedeutung. Dissertation, Universität Zürich.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (1995): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band II. 7. Auflage. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin-Wien.

PENNINCK, D. G., T. G. NYLAND, P. E. FISHER and L. Y. KERR (1989): Ultrasonography of the normal canine gastrointestinal tract. Vet. Radiol. 30, 272-276.

PHILLIPSON, A. T. (1939): The movements of the pouches of the stomach of sheep. Quart. J. Exp. Physiol. 29, 395-415.

PHILLIPSON, A. T. (1977): Ruminant Digestion. In: Dukes' Physiology of Domestic Animals. M. J. Swenson. 9th ed. Cornell University, New York, 250-268.

REID, C. S. W. and J. B. CORNWALL (1959): The mechanical activity of the reticulo-rumen of cattle. Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 19, 23-35.

SCHALK, A. F. and R. S. AMADON (1928): Physiology of the ruminant stomach. North Dakota Agric. Exp. Sta. B 216, 1-64.

SCHÖN, F. (1953): Untersuchungen am Psalter von Schlachtrindern. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

SCHWARZ, E. (1910): Zur Anatomie und Histologie des Psalters der Wiederkäuer. Dissertation, Universität Bern.

SELLERS, A. F. and C. E. STEVENS (1966): Motor functions of the ruminant forestomach. *Physiol. Rev.* 46, 634-61.

SLANINA, L. und N. ROSSOW (1963): Zur Therapie und Prophylaxe einiger Erkrankungen des Vormagen-Labmagen-Komplexes. *Monatsh. Veterinärmed.* 18, 930-933.

SMITH, D. F. (1987): Abomasal volvulus. *The Bovine Practitioner* 22, 162-164.

STEVENS, C. E., A. F. SELLERS and F. A. SPURRELL (1960): Function of the bovine omasum in ingesta transfer. *Am. J. Physiol.* 198, 449-455.

STÖBER, M. (1967): Der diagnostische Wert der explorativen Laparo-Rumenotomie beim Rind. *Vet. med. Nachr.* 213, 191-214.

TIO, T. L. and G. N. J. TYTGAT (1986): Endoscopic ultrasonography of normal and pathologic upper gastrointestinal wall structure. *Scan. J. Gastroenterol.* 21, 27-33.

TOTZAUER, I. und F. SINOWATZ (1990): Zur fetalen Entwicklung des Blättermagens des Rindes (*Bos taurus*). *Tierärztl. Prax.* 18, 577-583.

TRAUTMANN, A. und I. SCHMITT (1935): Experimentelle Untersuchungen zur Frage der Psalterfunktion. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 43, 177-179.

VON ENGELHARDT, W. and R. HAUFFE (1975): Role of the omasum in absorption and secretion of water and electrolytes in sheep and goats. In: *Digestion and Metabolism in the Ruminant*. I. W. Mc Donald and A. Warner. The University of New England Publishing Unit, Sydney, 216-230.

WALLACE, C. E. (1989): Reticulo, omasal, abomasal volvulus in dairy cows. *The Bovine Practitioner* 24, 74-76.

WESTER, J. (1939): Die Physiologie und Pathologie der Vormägen beim Rind. Richard Schötz Verlag, Berlin.

WILKENS, H. und G. DIRKSEN (1964): Beitrag zur Topographie der Dislocatio abomasi sinistra. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 4, 66-69.

WOLFFRAM, S. (1996): Motorik, Verdauungs- und Sekretionsprozesse der Vormägen und des Labmagens - eine kurze Übersicht. Schweiz. Arch. Tierheilk. 138, 343-350.

YAMAMOTO, Y., N. KITAMURA, J. YAMADA, A. ANDREN and T. YAMASHITA (1990): Morphological study of the surface structure of the omasal laminae in cattle, sheep and goats. Anat. Histol. Embryol. 23, 166-176.

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung der vorliegenden Arbeit beigetragen haben, herzlich danken:

Herrn Prof. Dr. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Unterstützung.

Herrn Prof. Dr. H. Geyer für die Übernahme des Korreferats.

Herrn J. Duss für die Bereitstellung und den Transport der gesunden Kühe.

Frau A. Thöni für die tatkräftige Hilfe und gute Laune bei den Untersuchungen der Kühe.

Den Arbeitskollegen und Arbeitskolleginnen für das Beitragen zum Gelingen dieser Dissertation.

Herrn B. Gerzner für das Schlachten der Kühe und für seine jederzeitige Hilfsbereitschaft.

Herrn PD Dr. M. Hässig für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen und Frau Marianne Mathys für das Erstellen der Graphiken.

Andreas Benz, Jeannine Dumelin und meiner Mutter für das Korrekturlesen des Manuskriptes.

In vollem Dank meiner Mutter und meinem Vater, die mich immer unterstützten.